

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004年7月29日 (29.07.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/063582 A1(51) 国際特許分類:
17/08, 33/10, 35/02, H02K 5/16, 7/08

F16C 17/02,

(72) 発明者; および

(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/000063

(22) 国際出願日: 2004年1月8日 (08.01.2004)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2003-004928 2003年1月10日 (10.01.2003) JP
特願2003-053231 2003年2月28日 (28.02.2003) JP
特願2003-300529 2003年8月25日 (25.08.2003) JP

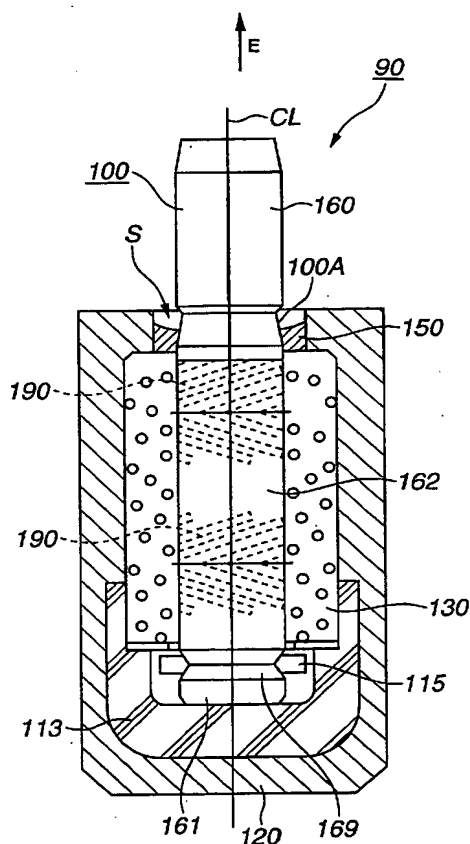
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo (JP).

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 矢野 祐司 (SHISHIDO, Yuji) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 矢澤 健一郎 (YAZAWA, Kenichiro) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 金子 猛 (KANEKO, Takeshi) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 高田 清幸 (TAKADA, Kiyoyuki) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 佐藤 弘史 (SATO, Hiroshi) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 柿沼 義昭 (KAKINUMA, Yoshiaki) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 中村 一郎 (NAKAMURA, Ichiro) [JP/JP]; 〒1410022 東京都品川区東五反田2丁

/続葉有/

(54) Title: BEARING UNIT AND ROTATION DRIVE DEVICE USING THE SAME

(54) 発明の名称: 軸受ユニット及びこの軸受ユニットを用いた回転駆動装置



(57) Abstract: A bearing unit (90) for rotatably supporting a shaft (100) has a holding member (120) shaped in a seamless form with a gap (S) left to allow an end portion of the shaft to be set outside the unit; a shaft coming-out prevention member (115) provided inside the holding member and installed on the shaft, the shaft coming-out prevention member butting against the bearing (130) that radially rotatably supports the shaft, preventing the shaft from coming out in a thrust direction; and a space-forming member (113) provided inside the holding member, for securing a space around the shaft coming-out prevention member. Further, leakage of a lubricant oil is prevented by providing a lubricant oil-sealing member and using the space-forming member as a space-forming member for forming a passage for the lubricant oil.

(57) 要約: 軸 (100) を回転可能に支持する軸受ユニット (90) であり、軸の端部を外に出すための空隙 S を残してシームレス形状の保持部材 (120) と、保持部材の内部に配置されて、軸をラジアル方向に回転可能に支持する軸受 (130) と軸に取り付けられて軸受に突き当たることで軸のスラスト方向の抜け止めを図る軸抜け止め部材 (115) と、保持部材の内部に配置されて、軸抜け止め部材の周囲に空間を確保するための空間形成部材 (113) とを備える。更に、潤滑油シール部材を設け、空間形成部材を潤滑油の通路を形成する空間形成部材とすることで、潤滑油の漏洩を防止する。



目 17 番 1 号 ソニーイーエムシーエス株式会社内
Tokyo (JP).

(74) 代理人: 小池 晃, 外(KOIKE, Akira et al.); 〒1000011
東京都千代田区内幸町一丁目 1 番 7 号 大和生命ビ
ル 11 階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI,
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が
可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG,
KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU,
MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明細書

軸受ユニット及びこの軸受ユニットを用いた回転駆動装置

技術分野

本発明は、軸を回転可能に支持する軸受ユニット及びこの軸受ユニットを用いた回転駆動装置に関する。

本出願は、日本国において2003年8月25日に出願された日本特許出願番号2003-300529、2003年2月28日に出願された日本特許出願番号2003-053231及び2003年1月10日に出願された日本特許出願番号2003-004928を基礎として優先権を主張するものであり、これらの出願は参照することにより、本出願に援用される。

背景技術

軸受ユニットは、軸を回転可能に支持するものであり、この軸受ユニットは、例えばファンモータなどの回転駆動装置に設けられている。

このような構造の軸受ユニットは、軸の形状がI字型（ストレート型ともいう）のものであり、潤滑油を用いて回転可能に支持されている。具体的には、日本特許第3265906号公報に記載されるようなものがある。この公報に記載される軸受ユニット540は、図1に示すような構成を備える。この軸受ユニット540は、図1に示すように、軸541をラジアル軸受542とスラスト軸受543により回転自在に支持している。ラジアル軸受542は、保持部材544により支持され、スラスト軸受543は、座板545により支持されている。軸541には、軸抜け止め部材546が取り付けられている。

この軸受ユニット540は、その構造上、軸抜け止め部材546を最後に挿入することは不可能なので、最後に保持部材544に対してスラスト軸受543と底板545を組み付ける組み立て工程を採用する必要がある。このような組み立て工程を採用するため、軸受ユニット540のハウジングは、軸541の軸抜け止め部材546を設けるために、保

持部材 5 4 4 と底板 5 4 5 という複数の部材から構成する必要がある。ここで、保持部材 5 4 4 と底板 5 4 5 との締結部 5 4 8 を完全に密閉することが困難であり、その結果、内部に充填した潤滑油が漏洩するおそれがある。

また、ラジアル軸受 5 4 2 の端面部 5 4 7 は外部に露出しており、ここからも潤滑油の飛散、蒸発が起きる可能性が高い。

このように、従来の軸受ユニット 5 4 0 は、軸 5 4 1 の軸抜け止め部材 5 4 6 を設けているため、周囲を取り囲み潤滑油の漏洩、飛散などを防止する役割のハウジングを複数の部材により構成されている。したがって、ハウジングを構成する各部材の締結部からの潤滑油の漏洩が生じ易いという問題点があり、しかも、工程が複雑で製造コストが高くなってしまいうという問題点がある。

従来提案されている他の軸受ユニットとして、例えば、ステンレス鋼等の金属製の軸を支持する軸受手段に、焼結含浸軸受や動圧流体軸受等を用いたラジアル軸受及び高分子材料からなるスラスト軸受を採用し、各軸受を真ちゅう等の金属製のハウジング部材に支持し、ラジアル軸受の内周部に充填された潤滑油の漏洩を抑えるためにシール部材を設けたものがある。この軸受ユニットは、軸をラジアル軸受とスラスト軸受によって回転自在に支持することにより、軸をハウジング部材に対して回転可能とに支持している。

この軸受ユニットは、軸の良好な回転には潤滑油が必須とされ、シール部材により潤滑油の外部漏洩が防止される。潤滑油は、あらゆる隙間から滲み出て軸受ユニットの外部に漏洩してしまうおそれがあり、短寿命化等の原因となるので、各部材の締結部分を完全に密閉する必要がある。そのために、本願出願人は、特願 2 0 0 1 - 2 8 9 5 6 8 号において、金属製ハウジング部材とシール部材との締結部を紫外線硬化型接着剤等で封止したものを提案し、更に、特願 2 0 0 2 - 3 4 3 3 1 号において、ハウジング部材を樹脂製にしてシール部材を一体成形したものを提案している。

この軸受装置にあっても、十分に安定性や信頼性を維持することが困難である。

例えば、ハウジング部材とシール部材が別部材とされる構成形態において、両者間の完全な結合や締結が困難であり、潤滑油の漏洩を確実に防止することが難しい。また、接着剤等の高分子のパッキング材料を締結部の全周に亘って、むらなく塗布することは複雑で難易度の高い作業であり、しかも隙間なく完全に封止されたか否かを確認することも困難である。その結果、十分な信頼性が得られないか、あるいはコストが非常にかかってしま

う。

なお、潤滑油の漏洩は、安定した寿命が確保されないことに繋がり、軸受ユニットの信頼性を低下させる要因となったり、また、軸受ユニットの外部に配置される部品への悪影響（ケミカルアタック現象等）を引き起こすおそれもある。例えば、ハードディスクドライブ（HDD）装置への適用において、有機材料からなる潤滑油の漏洩はスティクションやヘイズ（ディスク面の曇り）等の原因となる。

また、ハウジング部材とシール部材とが一体成形された構成形態では、両者に隙間はできないが、軸受によって軸が支持された状態でハウジング部材を成形する際に、ハウジング部材の一部であるシール部と軸との間に形成される空隙を小さくする必要がある場合には、その精度を保証することが難しくなる。例えば、シール部と軸との間の空隙量のバラツキは油面の位置（高さ）に影響を及ぼすため、油量が多いと温度上昇や圧力変化等により潤滑油が外部に飛散するおそれがある。

回転軸を回転可能に支持する更に他の軸受ユニットとして、国際公開第WO 03/027521号パンフレットに記載されるものがある。この軸受ユニット660は、図2に示すように、気圧変化や温度変化等の環境変化により粘性流体が充填されたハウジング内の圧力が変化した場合であっても、確実に粘性流体のハウジング外部への漏洩を防止することを可能とするものである。

この軸受ユニット660は、ラジアル軸受644とスラスト軸受650とを設け、回転軸641を回転可能に支持し、潤滑油653を充填しハウジング661の外周面とこのハウジング661を覆う外筒667の内周面との間に空気抜き通路部662を設けたものである。

空気抜き通路部662は、高度変化等による気圧の低下で軸受ユニット660のハウジング661内の空気が膨張して、潤滑油653が軸受ユニット660の外部に漏洩することを防止するために設けられている。空気抜き通路部662は、ハウジング661に例えば1つ又は複数設けてもよい。例えば、この軸受ユニット660では、ハウジング661の外周囲に所定角度毎に3つ形成されている。空気抜き通路部662は、ハウジング661が、ラジアル軸受644を収納してスラスト軸受650と共に一体にアウトサート成型される際に同時に簡単に成形することができる。即ち、空気抜き通路部662は、比較的複雑な形状を有していたとしても、合成樹脂製のハウジング661及びスラスト軸受65

0を樹脂成形する際に同時に成形することができる。

このような空気抜き通路部662を設けることにより、回転軸641をラジアル軸受644に挿入して取り付ける際に挿入するに伴う空気抜きを行うことができる。

この軸受ユニット660において、空気抜き通路部662は、第1の通路663と第2の通路664を有している。第1の通路663は、スラスト軸受650の付近の内部空間665からハウジング661の半径方向に沿って形成された通路である。第1の通路663の内側は、ハウジング661の底部閉塞部647から突出して形成されたスラスト軸受650が位置する内部空間665に接続されている。第1の通路663の外側は、第2の通路664に接続されている。第2の通路664は、ハウジング661の外周面に露出するようにして、しかもハウジング661の軸方向に平行に形成されている。このように第1の通路663と第2の通路664のような比較的複雑な形状を有している空気抜き通路部662であっても、合成樹脂製のハウジング661とスラスト軸受650を成形する際に同時に簡単に成形することができる。

軸受ユニット660では、このように、空気抜き経路部662が設けられていることで、ハウジング661内部は、密閉されていないので、回転軸641がハウジング661と相対的に回転しても、ハウジング661内の静圧は低下することがないので、残留している空気が膨張し、潤滑油を押し出してしまうことがない。

この軸受ユニット660は、外部との連通部分が空気抜き通路部662と回転軸641の露出部との複数になってしまったので、一方が空気の吸入口となり、他方が潤滑油の排出口となってしまうので、衝撃により、潤滑油が飛散するおそれがある。このように、軸受ユニット660は、衝撃に対して弱い。

また、回転軸を回転可能に支持する更に他の軸受ユニットとして、特開2000-352414号公報に記載されたものがある。この公報に記載される軸受ユニット680は、図3に示すように、回転軸681を回転可能に支持するものであり、回転軸681の周り方向の支持を行うラジアル軸受682と、スラスト方向の支持を行うスラスト軸受683と、このラジアル軸受682及びスラスト軸受683を収納したハウジング685とを備える。

この軸受ユニット680において、ラジアル軸受682は、ハウジング685に充填される粘性流体である潤滑油と共に動圧流体軸受を構成するものであって、回転軸681が

挿通される内周面には、動圧を発生させるための動圧発生溝 684 が形成されている。

ラジアル軸受 682 の外周面には、軸受本体の内径部に軸部材を挿入するための空気抜きとなる溝状の軸方向通気路 686 及び径方向通気路 687 が設けられる。

回転軸 681 を支持したラジアル軸受 682 を収納したハウジング 685 は、図 3 に示すように、円筒状に形成されたラジアル軸受 682 の側面部及び底面部を囲むように有底の円筒状に形成されている。

ハウジング 685 の上面開放部には弾性体 688 が圧縮された状態で、内径側にかしめるように設けられる。

軸受ユニット 680 では、弾性体 688 がかしめられたハウジング 685 には、回転軸 681 が挿入される。このとき、ハウジング 685 内の空気が軸方向通気路 686 及び径方向通気路 687 を通ってハウジング 685 外部に排出されるため、回転軸 681 の挿入作業をスムーズに行うことができる。

図 3 に示す軸受ユニット 680 は、軸受本体周囲をハウジング 685 及び弾性体 688 による 2 部品により包囲する構成となっているため、このハウジング 685 と弾性体 688 との接合部から潤滑油が滲み出すおそれがある。

発明の開示

本発明の目的は、従来提案されている軸受ユニットが有する問題点を解消する軸受ユニット及びこの軸受ユニットを用いた回転駆動装置を提供することにある。

本発明の他の目的は小型で長寿命の信頼性に優れた軸受ユニット及びこの軸受ユニットを用いた回転駆動装置を提供することにある、

本発明の更に他の目的は、軸受に支持された軸の抜け止めを実現でき、潤滑油の漏洩を防止できる軸受ユニット及びこれを用いた回転駆動装置を提供することにある。

このため、本発明の更に他の目的は、軸とハウジングとの相対的な回転により、ハウジング内の圧力の低下が引き起こす残留空気の膨張により、ハウジング内部に充填された潤滑油等の粘性流体が軸受ユニット外部に押し出されてしまう漏洩現象を防止し、良好な潤滑を得ることができる軸受ユニット及びこの軸受ユニットを用いた回転駆動装置を提供することにある。

本発明の更に他の目的は、衝撃等により、潤滑油等の粘性流体が飛散しにくい軸受ユニット及びこの軸受ユニットを用いた回転駆動装置を提供することにある。

本発明の更に他の目的は、軸受を囲むハウジングからの潤滑油等の粘性流体の滲み出しを防止する軸受ユニット及びこの軸受ユニットを用いた回転駆動装置を提供することにある。

本発明は、軸を回転可能に支持する軸受ユニットであり、軸の端部を外部に出すための空隙を残してシームレス形状の保持部材と、保持部材の内部に配置されて、軸をラジアル方向に回転可能に支持する軸受と、軸に取り付けられて軸受に当接することで軸のスラスト方向の抜けを防止する軸抜け止め部材と、保持部材の内部に配置されて、軸抜け止め部材の周囲に空間を確保するための空間形成部材とを備える。

本発明に係る軸受ユニットは、保持部材の内部に配置されている。この軸受ユニットは、軸をラジアル方向に関して回転可能に支持する。軸の抜け止め部材は、軸に取り付けられて軸受に突き当たることで軸がスラスト方向に沿って抜けるのを防止する。空間形成部材は、保持部材の内部に配置されている。この空間形成部材は、軸抜け止め部材の周囲に空間を確保するためのものである。これにより、空間形成部材を設けたことにより、軸抜け止め部材は、軸受ユニットの保持部材の内部に設けることができるので小型である。この結果、軸受ユニットを搭載するモータのような回転駆動装置の小型化が可能になる。軸受ユニットは、軸抜け止め部材が設けられ、組み立て状態で軸の抜け止めが図れるので、回転駆動装置に取り付けるときに操作性に優れたものとなる。

保持部材は、軸の端部を外部に突出するための空隙を残してシームレス形状に形成されているので、潤滑油の漏洩がなく、小型で長寿命の信頼性に優れた軸受ユニットを構成できる。

軸抜け止め部材が軸と一体に形成されることにより、部品点数の削減が図れる。

また、保持部材は、高分子材料により形成され、保持部材の外部に突出する位置において軸との間に形成された空隙を有する。

本発明に係る軸受ユニットにおいて、空間形成部材は高分子材料で形成され、軸の端部をスラスト方向に関して回転可能に支持するスラスト軸受を兼ね、軸の端部は球状であり、スラスト軸受はピボット軸受である。

これにより、空間形成部材は、軸抜け止め部材の周囲に空間を確保するだけでなく、ピ

ボット軸受の形式で軸の端部を回転可能にスラスト方向に関して支持することができ、部品の点数の削減と小型化が図れる。

本発明に係る軸受ユニットは、軸の外周面又は軸受けの内周面に動圧発生溝が設けられることにより、軸の回転により動圧が発生できる。

本発明に係る軸受けユニットは、更に、軸抜け止め部材の面又は軸抜け止め部材に対面する空間形成部材の面に動圧発生溝が設けられているので、軸が回転することで動圧を発生する。

本発明に係る軸受ユニットにおいて、軸と空間形成部材は導電部材からなり、空間形成部材は保持部材から外部に露出している。これにより、軸から空間形成部材を経由して、静電気が外部にアースすることができる。

また、本発明は、軸を回転可能に支持する軸受けユニットを有する回転駆動装置であり、軸の端部を外部に出すための空隙を残してシームレス形状の保持部材と、保持部材の内部に配置されて、軸をラジアル方向に関して回転可能に支持する軸受と軸に取り付けられて軸受に突き当たることで軸のスラスト方向への抜け止めを図る軸抜け止め部材と、保持部材の内部に配置されて、軸抜け止め部材の周囲に空間を確保するための空間形成部材とを備える。

軸受は、保持部材の内部に配置されている。この軸受は、軸をラジアル方向に関して回転可能に支持する。軸抜け止め部材は、軸に取り付けられて軸受に突き当たることで、軸のスラスト方向への抜け止めを図っている。

空間形成部材は、保持部材の内部に配置されている。この空間形成部材は、軸抜け止め部材の周囲に空間を確保するためのものである。空間形成部材を設けたことにより、軸抜け止め部材は軸受けユニットの保持部材の内部に設けられるので、軸受ユニットの小型化を実現でき、この軸受ユニットを搭載するモータのような回転駆動装置の小型化が可能になる。

本発明に係る他の軸受ユニットは、空間形成部材に加え、軸との間に空隙を介して配置される潤滑油シール用の部材と、該部材及び軸受手段を外周から保持する樹脂製のハウジング部材とを備える。

本発明に係る軸受ユニットによれば、シール用の部材を外周から樹脂製のハウジングで保持することで両者を隙間なく結合したシームレス構造を実現することができる。よって、

シール用の部材とハウジングとの隙間を接着剤等で封止する必要がなくなる。また、シール用の部材と軸との空隙量については、該部材の加工精度や成形精度により保証されるので、空隙のバラツキを十分に低減することができる。

本発明に係る更に他の軸受ユニットは、軸と、軸の周回り方向の支持を行うラジアル軸受と、軸のスラスト方向の一端を支持するスラスト軸受と、ラジアル軸受及びスラスト軸受の外側に設けられる空間形成部材と、空間形成部材が内部に配設され、軸が挿通される軸挿通孔を除いて密閉された構造とされるハウジングと、ハウジング内に充填された粘性流体と、空間形成部材とラジアル軸受との間に形成され、ラジアル軸受から突出した軸のスラスト方向の一端側と他端側を連通する通路とを備える。

このような本発明に係る軸受ユニットでは、ハウジングに密閉された非軸開放側であるラジアル軸受から突出した軸のスラスト方向の一端側と、軸挿通孔が設けられた軸開放側であるラジアル軸受から突出した軸のスラスト方向の他端側とを連通通路により連通した。したがって、軸とハウジングが相対的に回転したとき、非軸開放側が軸開放側と連通されていることにより、非軸開放側の圧力の低下が抑えられる。非軸開放側の圧力低下が抑えられることにより、ハウジング内の残留空気の膨張が抑制され、潤滑油等の粘性流体が押し出されて漏洩することはない。

本発明に係る更に他の軸受ユニットでは、非軸開放側と軸開放側が連通されているが、この内非軸開放側であるラジアル軸受から突出した軸のスラスト方向の他端側のみが、極小とされる軸挿通孔の間隙だけで、外部と連通されている。即ち、連通通路はハウジング内に形成され、ハウジングは軸挿通孔を除いて密閉された構造とされているので、衝撃に対する潤滑油等の粘性流体の飛散を防止でき、更に、粘性流体の滲み出しを防止することができる。

本発明の更に他の目的、本発明によって得られる利点は、以下において、図面を参照して説明する具体的な実施の形態から一層明らかにされるであろう。

図面の簡単な説明

図 1 は、従来の軸受けユニットを示す断面図である。

図 2 は、従来の他の軸受ユニットを示す断面図である。

図 3 は、従来の更に他の軸受ユニットを示す断面図である。

図 4 は、本発明に係る軸受けユニットを用いた電子機器の一例を示す斜視図である。

図 5 は、図 4 に係る電子機器に用いられるファンモータを示す V-V 線断面図である。

図 6 は、ファンモータの一例を示す斜視図である。

図 7 は、ファンモータのロータとステータを示す断面図である。

図 8 は、図 7 に用いられている軸受けユニットを示す断面図である。

図 9 A～図 9 C は、図 8 に示す軸受けユニットの組み立て手順を示す断面図である。

図 10 は、本発明に係る軸受けユニットの他の例を示す断面図である。

図 11 は、本発明に係る軸受けユニットの更に他の例を示す断面図である。

図 12 A、図 12 B は、本発明に係る軸受ユニットのさらに他の例を示す断面図である。

図 13 A～図 13 D は、図 12 に示す軸受ユニットの製造方法を工程順に示すの断面図である。

図 14 は、本発明に係る軸受ユニットの更に他の例を示す断面図である。

図 15 は、本発明に係る軸受ユニットの更に他の例を示す断面図である。

図 16 は、本発明に係る軸受ユニットを用いた回転駆動装置の構成例を概略的に示す断面図である。

図 17 は、本発明に係る軸受ユニットを適用した回転駆動装置であるモータの例を示す断面図である。

図 18 は、図 19 に示す軸受ユニットの Y-Y' 線断面図である。

図 19 は、図 18 の X-X' 線断面図である。

図 20 は、ラジアル軸受の内周面に形成された動圧発生溝を示す斜視図である。

図 21 は、空間形成部材とラジアル軸受との間に形成された連通通路の形状を示す斜視図である。

図 22 は、ラジアル軸受の底面部に形成された連通通路となる第 2 の溝を示す底面図である。

図 23 は、空間形成部材とラジアル軸受との間に形成される連通通路の他の形状を示す斜視図である。

図 24 は、空間形成部材の底面側に設けられた連通通路となる第 2 の溝を示す平面図である。

図 2 5 は、回転軸の外周面とハウジングに設けた軸挿通孔の内周面とによって形成される空隙を示す断面図である。

図 2 6 は、流体の毛細管現象を説明する図である。

図 2 7 は、回転軸の外周面と軸挿通孔の内周面との間に形成される空隙に侵入した潤滑油の状態を示す横断面図である。

図 2 8 は、回転軸に設けたテーパ部の径の異なる部分での引き込み圧力の違いの説明に用いる回転軸の外周面と軸挿通孔の内周面との間に形成される空隙を示す縦断面図である。

図 2 9 は、回転軸の外周面と軸挿通孔の内周面との間に形成される空隙中に侵入した潤滑油中に空気が巻き込まれた状態を示す縦断面図である。

図 3 0 は、回転軸の外周面と軸挿通孔の内周面との間に形成される空隙中に侵入した潤滑油が切断された状態を示す横断面図である。

図 3 1 は、ハウジングに設けた軸挿通孔に対し回転軸が偏心している状態を示す縦断面図である。

図 3 2 は、ハウジングに設けた軸挿通孔に対し回転軸が偏心しているときの空隙中に侵入した潤滑油の状態を示す断面図である。

図 3 3 は、ハウジングに設けた軸挿通孔側にテーパ部を設けた本発明の第 3 の実施形態に係る軸受ユニットの他の例を示す断面図である。

図 3 4 は、図 1 9 に示す軸受ユニットを製造する工程において、仮組立をする工程を説明する図である。

図 3 5 は、本発明に係る軸受ユニットを製造する工程において、ハウジングをアウトサート成形する工程を説明する図である。

図 3 6 は、本発明に係る軸受ユニットを製造する工程において、回転軸をハウジング内に挿入する工程を説明する図である。

図 3 7 は、本発明に係る軸受ユニットを製造する工程において、潤滑油を充填する工程を説明する図である。

図 3 8 は、本発明に係る軸受ユニットのさらに他の例を示す断面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の好適な実施の形態を図面を参照して説明する。

本発明に係る軸受ユニットは、図4に示すような携帯型のコンピュータ1に装着されるモータに用いられる。

コンピュータ1は、図4に示すように、表示部2と本体3を有し、表示部2は本体3に対して連結部4により回転可能に連結されている。本体3は、キーボード5と筐体12とを備える。筐体12内には、放熱装置10が設けられている。

図5は、図4の筐体12のV-V線断面図であり、図6は図5に示す筐体12内に設けられた放熱装置10を示す斜視図である。

筐体12内には、図5に示すように、放熱装置10が収容されている。この放熱装置10は、図6に示すような構造を有している。放熱装置10は、冷却装置とも称され、金属製のベース20と、モータ30と、回転体であるファン34と、ファンケース36と、ヒートシンク38とを備える。

ベース20の一方の面21には、第1の取付面50と、第2の取付面52、第3の取付面54とが構成されている。第1の取付面50、第2の取付面52及び第3の取付面54は、全体でほぼL字型の面を形成しており、第1の取付面50には発熱素子40が熱伝達シール44を介して取り付けられている。この発熱素子40は、例えばCPU（中央処理装置）であり、通電により動作すると熱を発生する素子である。

第2の取付面52には、ファンケース36とモータ30が固定されている。ファンケース36の内部にはファン34とモータ30が収容されている。ファンケース36は円形状の穴48を有している。この円形状の穴48は、図5に示すように筐体12の下面の穴60と対面する位置に形成されている。ファンケース36は、冷却風を供給する冷却対象物であるヒートシンク38側に穴37を有している。

第3の取付面54にはヒートシンク38が固定されている。このヒートシンク38は、例えばコルゲート状若しくはフィン状のヒートシンクであり、放熱性に優れた金属、例えばアルミニウムにより作られている。ベース20とファンケース36は、放熱性に優れた金属であるアルミニウムや鉄により作ることができる。ベース20の必要な箇所には取付用の穴70が設けられており、これらの取付用の穴70を通じて、ベース20は筐体12の内面側に設けたボス72にねじにより固定されている。

ヒートシンク38は、図5及び図6に示すように、筐体12の側面の穴76に対応した

位置に配置されている。これによりモータ 30 が駆動することにより、ファン 34 が図 6 中 R 方向に連続回転することにより、筐体 12 の内部の空気は、穴 60 と穴 48 から矢印 D1、D2、D3 を経て側面の穴 76 から外部に排出される。このときに、発熱素子 40 から発生する熱は、ベース 20 の取付面 50、52 を通じて取付面 54 に伝達するので、発熱素子 40 の熱はヒートシンク 38 に伝達される。ファン 34 が回転することにより生じる空気の流れは、矢印 D1、D2 及び D3 方向に流れることにより、ヒートシンク 38 に伝えられている熱は、筐体の側面の穴 76 を通じて外部に放出することができる。

図 7 は、図 6 に示すモータ 30 の断面構造例を示している。このモータ 30 はロータ 80 とステータ 84 を有している。

ファンケース 36 の中にこのモータ 30 とファン 34 が収容されており、ステータ 84 はファンケース 36 の上面部 36A 側に一体的に設けられている。ステータ 84 は、ステータヨーク 88 と軸受ユニット 90、コイル 164 及びコア 160 を有している。

ステータヨーク 88 は、ファンケース 36 の上面部 36A と一体物であってもよいし別体物であってもよく、例えば鉄やステンレス鋼により作られている。軸受ユニット 90 のハウジング 120 は、ステータヨーク 88 のホルダ 92 の中に、圧入若しくは接着あるいは両方により固定されている。ホルダ 92 は円筒状の部分である。

軸受ユニット 90 は、概略的には軸 100、ラジアル軸受け 130、空間形成部材 113、保持部材 120、そして潤滑油 150 を有している。

図 8 は、図 7 に示す軸受ユニット 90 の構造を拡大して示している。

図 8 を参照して、軸受ユニット 90 の構造について更に詳しく説明する。

軸 100 は、いわゆる I 字型の、ストレート型ともいう軸である。この軸 100 は、例えばステンレス鋼により作られている。この軸 100 は、露出端部 160 と、内端部 161 と、テーパ部 100A とを有している。露出端部 160 と軸外周部 162 の各外径寸法は、同じ寸法にすることができる。テーパ部 100A は、露出端部 160 と軸外周部 162 の間に位置しているテーパ形状の部分である。このテーパ部 100A は、軸外周部 162 から露出端部 160 側に向けて先細りになっている。露出端部 160 は、保持部材 120 の空隙 S から外部へ露出している部分である。このテーパ部 100A は、この空隙 S に対応した位置にある。

次に、図 8 に示すラジアル軸受 130 は、焼結金属や動圧流体軸受けなどからなる円筒

状の軸受である。ラジアル軸受130は、その内周面に2つの動圧発生溝190、190を有している。動圧発生溝190、190、間隔をおいて配置されている。一方の動圧発生溝190は、空隙Sの近くに位置している。他方の動圧発生溝190は、内端部161側に位置している。動圧発生溝190、190は、例えばヘリングボーン溝のような形状のものを採用することができる。このラジアル軸受130は、軸100を回転可能にラジアル方向に関して支持している。

図8に示す軸抜け止め部材115は、ナイロンなどの高分子材料やEリングなどの金属部品である。軸抜け止め部材115は、軸100の内端部161側に設けられた取り付け凹部169に対して機械的にはめ込んで固定されている。この軸抜け止め部材115は、軸100が、ラジアル軸受130から中心軸CLにそってE方向に抜けて行ってしまうのを防止するための部材である。

図8に示す空間形成部材113は、軸抜け止め部材115の周囲に空間を確保するための部材である。空間形成部材113は、保持部材120の中に配置されている。空間形成部材113は、断面で見てもほぼU字型形状を有している籠型形状の部材である。空間形成部材113は、例えばナイロンなどの高分子材料や真ちゅうなどの金属部品で作られている。

図8に示す保持部材120は、上述したラジアル軸受130、軸100、軸抜け止め部材115及び空間形成部材113をシームレス状態で封入するための部材である。保持部材120は、ハウジングとも呼んでおり、唯一空隙Sがテーパ部100Aに対応して設けられている。保持部材120は、例えばナイロン、LCP（液晶ポリマ）、テフロン（登録商標）などの高分子材料から作られている。

ラジアル軸受130、軸100の軸外周部162、軸抜け止め部材115、空間形成部材113の間には、潤滑油が充填されている。

図8に示す軸受ユニット90は、軸100の露出端部160付近に、直径方向に僅かな空隙Sを設けている。この空隙S以外の周囲は保持部材120でシームレスに覆う構造になっているので、保持部材120の外部へ潤滑油の漏洩がなく、信頼性に優れている。

軸受ユニット90は、軸100が抜けないように、軸抜け止め部材115を内部に設けたことにより、軸受ユニット90を有するモータ30はハンドリング時には、使い勝手のよいものになる。

空隙Sに対向する軸100には、テーパ部100Aが設けられている。このテーパ部100Aと空隙Sは表面張力シールを構成している。表面張力シールは、毛細管現象を利用した潤滑油保持手段であり、軸受ユニット90の場合には、潤滑油は、隙間の狭い方向、すなわち軸受ユニット90の内部方向へと、潤滑油は引き込まれることになり、潤滑油が、外部へと漏洩することはない。すなわち、表面張力シールの原理は、テーパ部100Aを設けることで、圧力勾配を設け、潤滑油を引き付けるものであり、テーパ部100Aを軸100側か保持部材120側かどちらかに設ければよい。

ここで、軸抜け止め部材115の必要性を説明する。

図7に示す本発明に係る軸受ユニット90が搭載されたモータ30では、軸100を含むロータ80の抜け止めがなければ、モータ30に衝撃が印加された場合、ロータ80が脱落してしまうことになるので、耐衝撃性能に対し、抜け止めは必要不可欠である。

また、光ディスク用のスピンドルモータでも、ディスクの着脱時にロータ80が抜けないように抜け止めは必要となる。

従来技術では、必要不可欠なロータ部の抜け止め部材を、軸受ユニット外部に設けたり、あるいは、軸受ユニットの保持部材を複数の部材から組み立て、軸受内部に配置していたが、前者は、モータ外形寸法が大きく、組み立てが複雑になる欠点を持ち、後者では、保持部材に締結部があり、潤滑油が漏洩しやすいという問題点があった。

本発明に係る軸受ユニット90では、軸抜け止め部材115が、軸受ユニット90の内部に配置され、かつ保持部材120がシームレスとなっている。このため、軸受ユニット90は、モータ30に組み込みやすく、扱いやすく、かつ潤滑油の漏洩のない、長寿命が保証された信頼性の優れたものになっている。

図9A～図9Cは、図8に示す軸受ユニット90の組み立て手順の例を示している。

まず、図9Aに示すようにラジアル軸受130には、軸抜け止め部材115が取り付けられた軸100を挿入する。

次に、図9Bに示すように、空間形成部材113がラジアル軸受130に取り付けられる。そして、図9Cに示すように、保持部材120がアウトサート成形などで形成される。

以下、真空含浸などにより、潤滑油が充填されて潤滑油の量の調整などにより、軸受ユニット90が得られる。

空間形成部材 113 を設けることにより、保持部材 120 が樹脂のアウトサート成形で形成されても、軸抜け止め部材 115 の周囲の空隙が維持され、軸 100 は、軸抜け止め部材 115 とともに、回転自在に支持することができる。

図 8 に示す例では、空間形成部材 113 の内底面が、軸 100 の内端部 161 をスラスト方向に関して回転可能に支持するスラスト軸受を兼ねている。この空間形成部材 113 は、内端部 161 を、いわゆるピボット形式で回転可能に支持している。

本発明に係る軸受ユニットは、図 10 に示すように構成することもできる。図 10 に示す軸受ユニット 490 は、軸 400 と、軸抜け止め部材 415 と、ラジアル軸受 430 と、空間形成部材 413 と保持部材 420 とを有している。

図 10 に示す軸受ユニット 490 は、円板状の軸抜け止め部材 415 が、軸 400 の内端部 461 に対して一体的に形成されている。すなわち軸 400 は、軸抜け止め部材 415 とを合わせてほぼ T 字型の断面形状を有する軸を構成している。

軸抜け止め部材 415 の一方の面と他方の面にはそれぞれ動圧発生溝 428 が形成されている。これらの動圧発生溝 428 は、軸抜け止め部材 415 を空間形成部材 413 の空間の中で回転可能に支持する際に動圧を発生する。

空間形成部材 413 は、軸抜け止め部材 415 の周囲に精度よく空隙を形成するために、例えば真ちゅうやステンレス鋼などの金属や、LCP、ポリアミド、ポリイミドなどの樹脂から作られている。保持部材 420 は、例えば LCP、ナイロン、ポリアミド、ポリイミド、テフロン（登録商標）などの樹脂から作られている。保持部材 420 は空隙 S を除いてシームレス構造で作られている。

上述したように軸抜け止め部材 415 は、軸 400 がラジアル軸受 430 から E 方向に抜けるのを防止するための部材である。そして、この軸抜け止め部材 415 は、単なる軸抜け止めの役割だけではなく、動圧発生溝 428 を設けた動圧流体軸受型のスラスト軸受手段の役割をも果たしている。

動圧発生溝 480 は、ラジアル軸受 430 の内周面に形成することができる。動圧発生溝 480 は、ラジアル軸受 430 の内周面に限らず軸 400 の軸外周面 462 に形成しても構わない。

動圧発生溝 428 は、軸抜け止め部材 415 の一方の面と他方の面に形成するだけでなく、ラジアル軸受 430 の内端部 431 と空間形成部材 413 の内端面 414 に形成して

も構わない。

軸抜け止め部材は、ステンレス鋼などからなり、軸４００とまったく一体となってもよいし、別体であらかじめ作ってもよい。軸４００はステンレス鋼などにより作られているが、ＬＣＰ、ポリアミド、ポリイミド、ＰＣ（ポリカーボネート）などの樹脂をアウトサート成形することにより作製してもよい。

図１０に示す軸受ユニット４９０は、ラジアル方向及びスラスト方向ともに、動圧軸受構造を採用することが容易にできる。したがって、図１０に示す軸受ユニット４９０は、図８に示す軸受ユニット９０に比べると、更に寿命の長い信頼性に優れたものとなっている。

図１１は、本発明に係る軸受ユニットの更に別の例を示している。

図１１に示す軸受ユニット５９０は、図１０に示す軸受ユニット４９０とほぼ共通の構成を有する。したがって、図１１に示す軸受ユニット５９０において、図１０に示す軸受ユニット４９０と共通する部分には共通の符号を付してその詳細な説明を省略する。

図１１に示す軸受ユニット５９０が図１０に示す軸受ユニット４９０と異なるのは、保持部材５２０の形状と、軸抜け止め部材４１５と空間形成部材４１３の役割である。

保持部材５２０は、空隙Ｓ及び別の開口部５３０を有している。この開口部５３０からは、空間形成部材４１３が外部に露出している。

軸４００は、例えばステンレス鋼などの導電材料から作られている。空間形成部材４１３は、真ちゅうやステンレス鋼などの導電材料で作られている。そして、空間形成部材４１３は開口部５３０から外部に露出している。

このことから図１１に示すモータが動作する際に発生している静電気は、図中矢印Ｅで示すように軸４００、軸抜け止め部材４１５及び空間形成部材４１３を介して外部にアースすることができる。

したがって、ハードディスクドライブ装置のような装置に対して本発明に係る軸受ユニットを装着した場合に、例えば３０Ｖの静電気が発生したとしても、この静電気は上述したようなアースをする経路により外部に放出することができる。このため、ハードディスクドライブ装置に用いられている磁気ヘッドがこの静電気で破壊されてしまうような現象を防ぐことができる。

この場合に、潤滑油は空間形成部材４１３、軸抜け止め部材４１５、軸４００の軸外周

部 4 6 2 及びスラスト軸受 4 3 0 の間に充填されている。この充填されている潤滑油は、導電性のものであれば、放電性能を向上することができる。

図 8、図 1 0 及び図 1 1 に示す軸受ユニット 9 0、4 9 0、5 9 0 は、図 5 に示すファンモータ 3 0 に適用するだけでなく、上述したようなハードディスクドライブ装置のような情報記録再生装置における情報記録媒体を回転するのにも用いることができる。

本発明に係る軸受ユニットは、空間形成部材を設けたことにより、軸抜け止め部材を軸受ユニット内部に設けることができ、小型であり、結果軸受ユニットを搭載したモータの小型化が可能となり、アセンブリ時に軸が抜けてしまうようなことがないので、ハンドリングに優れた軸受ユニットとなり、かつ、軸が突出する側に僅かな空隙のみを残して、周囲にシームレスの保持部材を設けているから、潤滑油の漏洩がなく、長寿命の信頼性に優れた軸受ユニットとなった。

更に、本発明に係る軸受ユニットを搭載したモータなどの回転駆動装置は、小型化され、かつ、モータ外部に抜け止め部材を設ける必要がないので、工程の簡素化された安価な回転駆動装置を得ることができる。

次に、本発明に係る軸受ユニットのさらに他の例を図 1 2 及び図 1 3 を参照して説明する。

なお、以下に示す例では、軸又は回転軸を支持する軸受手段として、ラジアル軸受手段及びスラスト軸受手段が設けられており、軸端部におけるスラスト軸受手段については、ピボット (pivot) 型軸受を用いた例と、動圧流体軸受を用いた例を示している。

図 1 2 A は、ラジアル軸受手段及びスラスト軸受手段を用いた軸受ユニットの例を示す断面図である。なお、本例では、軸の先端を加工して球状部とし、該部分を高分子材料で形成した部材で受けることでスラスト軸受手段を構成している。

軸受ユニット 2 0 1 は、ステンレス鋼等の金属材料あるいは樹脂材料等で丸棒状に形成された軸 2 0 2 と、該軸 2 0 2 を支持する軸受手段 2 0 3 を備えている。つまり、軸受手段 2 0 3 として、ラジアル荷重を受けるラジアル軸受手段 2 0 4 及びスラスト荷重を受けるスラスト軸受手段 2 0 5 が設けられている。

ラジアル方向に関して軸 2 0 2 を回転自在に支持するラジアル軸受手段 2 0 4 には、焼結含油軸受や動圧流体軸受等が用いられる。一例として、動圧流体軸受を用いる場合について説明すると、該軸受は、例えば、銅系又は銅・鉄系の焼結金属に動圧発生用の溝を形

成した構成を有しており、焼結金属特有の多孔質構造を利用して潤滑油が保持される。動圧発生用の溝は、本例ではV字状をした所謂ヘリングボーン溝により構成されている。円筒状をしたラジアル軸受手段204の内周部において、2群の動圧発生用溝204a、204a、…及び204b、204b、…が軸回転に沿う方向の周周り方向にそれぞれ形成された動圧流体軸受を用いているが、軸202の周面に動圧発生用溝を形成したものであってもよい。また、本発明においては、動圧流体軸受に限らず、メタル軸受等を使った各種形態での実施が可能である。

軸202の先端寄りの位置には環状の係合溝202aが形成されていて、これに環状の抜け止め部材206が取り付けられている。抜け止め部材206は、例えば、ナイロン（直鎖脂肪族ポリアミド）等の高分子材料で形成されるか又はEリング等の金属部品が用いられ、振動等で外力が軸方向に加わったり、気圧変化等が起きた場合に、軸202がその中心軸方向に移動して抜けてしまうことを防止するストッパーとして機能する。

抜け止め部材206の周囲には、ナイロン、ポリイミド、液晶ポリマ（LCP）等の高分子材料や真鍮等の金属を用いて形成された部材（以下、「空間形成部材」という。）207が設けられている。この空間形成部材207は、抜け止め部材206が軸202に固定されて一緒に回転することを考慮して、抜け止め部材206の周囲に所定の空間を形成するために配置される。

本例では、樹脂製の空間形成部材207が、凹部207aを有する有底の筒状に形成されており、軸202の端面が球面状とされて凹部207aの平坦な底面に点接触されている。このように、スラスト方向に関して軸202を支持するスラスト軸受手段205については、例えば、軸端202bに凸曲面を形成して、これを空間形成部材207に接触させた形態を採用すれば、軸端を受けるための受け部材が不要になる。これは、空間形成部材207が受け部材を兼ねることになるためである。また、本例に限らず、空間形成部材に突部あるいは受け部を一体に形成し、これと軸端とを接触させるといった各種形態での実施も勿論可能である。

なお、本例に示す空間形成部材207には段部207bが形成されている。段部は、ラジアル軸受手段204が部分的に嵌合される受け入れ用凹部を構成している。その理由は、後述の製造方法において説明する。

潤滑油シール用の部材（以下、「シール部材」という。）208は、その内周面208

aと軸202との間に微小な空隙G、すなわち、軸202の露出側において径方向に形成される空隙をもって配置されており、樹脂材料、例えば、ナイロンやポリ四フッ化エチレン等の高分子材料、あるいは金属を用いて円筒状に形成される。このシール部材208には段部208bが形成されている。この段部は、ラジアル軸受手段4が部分的に嵌合される受け入れ用凹部を構成している。その理由は、後述する製造方法において説明する。なお、装置内部に充填された潤滑油の一部209は、図12Bに示すように、空隙Gに存在する。また、シール部材208に形成された窪み208cは、ラジアル軸受手段204の端部に形成された突部に対応して形成されたもので、該突部は軸方向における向きを区別するためのマークである。

ハウジング部材あるいは保持部材210は、シール部材208やラジアル軸受手段204等を外周から保持するものであり、樹脂材料、例えば、ポリイミド、ポリアミド、ナイロン、LCP等の高分子材料を用いて形成される。本例において、ハウジング部材210は、ラジアル軸受手段204と空間形成部材207とシール部材208とを隙間なく完全にシームレスに締結する役割を有する。これによって、潤滑油の漏洩を防止することができる。

また、本例では、軸202が外部に露出する部分において潤滑油の漏洩を防ぐための工夫を凝らしている。

つまり、図12Bに拡大して示すように、軸202のうち外部に露出する場所の近辺において、シール部材208との間で空隙Gを形成する部分がテーパ部202cとされ、軸202に沿って内部方向、すなわち、ラジアル軸受手段204に近づく方向に進むにつれて軸径が大きくなるように形成されている。

空隙Gは、内部に向かって次第に大径となるテーパ部202cと、これに対向するシール部材208の内周面208aとの間に形成されるので、装置内部へ行くに従って空隙量が徐々に小さくなる。毛細管現象により生じる引き込み圧力を「 p 」と記すとき、「 $p = 2\gamma \cos \theta / c$ 」（ここで、 γ ：潤滑油の表面張力、 θ ：潤滑油の接触角、 c ：空隙量）の関係があり、 p は空隙量 c に反比例する（ $p \propto 1/c$ ）。よって、空隙量 c が小さい程、発生する引き込み圧力が大きくなり、潤滑油209は、空隙量 c の小さい内部方向へと引き込まれることになるので、潤滑油9が外部へと移動して漏れ出すことはない。また、軸径が一定の場合には偏心により軸方向からみて空隙量の小さい部分と空隙量の大きい部分

が生じ、潤滑油は空隙量の小さい部分に偏ってしまうが、テーパ部 202c を軸に形成した場合には軸方向に沿って空隙量に変化がつけられており、軸に対して傾斜した楕円面とされた切断面内で同一クリアランスの部分が存在することになるので、偏心に起因する潤滑油の偏りが少なくなる。そして、軸回転時の遠心力の作用により、潤滑油を外部に飛散し難くするシール効果が得られる。

更に、潤滑油の漏洩を防止するために、軸 202 の露出部やシール部材 208 の表面に界面活性剤を塗布する方法が挙げられる。界面活性剤を塗布することにより、潤滑油との接触角 θ が増加することになるので、その結果、引き込み圧力 p が弱まる。つまり、外部の引き込み圧力 p を弱めることにより、相対的に内部の引き込み圧力 p が上昇することになるので、潤滑油の漏洩や移動を防止することができる。

次に、図 13A～図 13D を用いて、本発明に係る軸受装置の製造方法について説明する。なお、本図は軸受ユニット 201 の組立工程について一例を示した工程図であり、下記工程に従って軸受ユニットが製造される。

- (1) 軸挿入工程
- (2) 空間形成部材及びシール部材の取付工程
- (3) ハウジング部材の形成工程
- (4) 潤滑油の充填及び油量調整工程。

先ず、図 13A に示す工程 (1) では、抜け止め部材 206 が取り付けられた軸 202 を、ラジアル軸受手段 204 に挿入する。そして、図 13B に示す工程 (2) において、空間形成部材 207 及びシール部材 208 を、ラジアル軸受手段 204 に取り付ける。即ち、ラジアル軸受手段 204 の軸方向における各端部の外周縁に、空間形成部材 207 の段部 207b やシール部材 208 の段部 208b を外嵌させることで、ラジアル軸受手段 204 の一部が空間形成部材 207 及びシール部材 208 の各凹部に受け入れられた状態にする。

なお本工程を終えた段階で、軸受手段 203 によって軸 202 が既に回転自在に支持された状態となる。

次、図 13C に示す工程 (3) では、ナイロン等の高分子材料を用いたアウトサート成形により、ハウジング部材 210 を形成する。

その後、図 13D に示す工程 (4) で潤滑油を真空含浸により装置内部に充填して、油

量を調整する。例えば、所定の温度条件下で熱膨張により外部に出る余分な油量を除去する。

このようにして作られる軸受ユニット 201 では、ハウジング部材 210 のアウトサート成形によって、ラジアル軸受手段 204、空間形成部材 207、シール部材 208 をシームレスに締結できるので、部材同士の隙間がなくなり、潤滑油の漏洩を完全に防止することができる。また、従来のように締結部に施されるパッキングについて管理する必要がなく、工程管理が簡素化される。

なお、図 13B に示す工程 (2) においてシール部材 208 を成形してもよいが、シール部材と軸との間の空隙量が小さい場合には、上述したように、シール部材 208 を予め作製した上でラジアル軸受手段 204 に取り付ける方法が好ましい。その理由は空隙の精度を十分に保証するためである。例えば、空隙量 c が許容値よりも大きくなると、毛細管力による引き込み圧力 p が小さくなり過ぎてしまうので、空隙量には上限が存在する。よって、油量を多くする必要がある場合には、軸方向における空隙 G の長さを長くする必要が生じる。その結果、空隙 G を形成するための金型部分が薄肉で軸方向に長い形状となり、金型製造が技術的に難しくなってしまう。あるいは、十分な成形精度が得られない場合には、空隙量のバラツキが大きくなってしまう。そこで、図 13B に示す工程 (2) の前にシール部材を作成すれば、その精度を十分に確保することができ、空隙の精度が保証される。また、耐衝撃性については空隙量 c の 2 乗に反比例するので、空隙量を小さくすること及びそのバラツキを低減することは、衝撃による潤滑油の飛散防止に繋がる。但し、空隙量が小さくなると、温度上昇による熱膨張で油面の位置変化量が大きくなることに注意を要する。

軸受ユニットを構成する空間形成部材は、合成樹脂材料のみならず、金属材料を用いて形成することができる。この例を、図 14 に示す。

図 14 に示す軸受ユニット 201A が、上述の軸受ユニット 201 と異なる点は下記に示すとおりである。以下の説明では、軸受ユニット 201 と共通する部分には、共通の符号を付して詳細な説明は省略する。

すなわち、図 14 に示す軸受ユニット 2101A は、空間形成部材 207A が、例えば、ステンレス鋼、真鍮、プレス材、焼結材等で形成され、スラスト軸受手段 205A が、球状に加工された軸端 202b を受けるスラスト軸受部材 211 を有しており、該スラスト

軸受部材 211 が空間形成部材 207A の凹部 207a に配置されて取り付けられていること。そして、スラスト軸受部材 211 が、ナイロン、ポリイミド、ポリアミド、液晶ポリマ等の樹脂材料又はルビジウム等の低摩擦材料を用いて、空間形成部材 207A とは別体に形成されている。

この軸受ユニット 201A では、空間形成部材 207A を金属製としているので、長寿命化を考慮して、樹脂材料又は低摩擦材料を用いたスラスト軸受部材 211 を設けている。そして、空間形成部材 207A の剛性を高め、高温に耐え得る構成の実現により、空間形成部材 207A の取付後に行われる成形する工程であるハウジング部材 210 のアウトサート成形工程における樹脂の注入温度や圧力条件等が緩和される。即ち、本例では、スラスト軸受部材 211 によるコストアップが懸念されるが、樹脂材料を選ばず、成形条件が緩和される結果、トータルコストの低減が可能である。

次に、本発明に係る軸受ユニットの更に他の例を、図 15 を参照して説明する。なお、本例に示す軸受ユニット 201B と、図 12A に示す軸受ユニット 201 との相違点は、側方からみて軸端部が T 字状をなすとともに、軸の抜け止め部材を利用して動圧流体軸受からなるスラスト軸受手段を構成したことにある。従って、以下の説明では、軸受ユニット 201 と共通する部分には、共通の符号を付して詳細な説明は省略する。

図 15 に示す軸受ユニット 201B において、軸 202 の先端に設けられた抜け止め部材 212 は所定肉厚の円板状をしており、真鍮やステンレス鋼等の金属、あるいはナイロンや LCP 等の高分子材料等で形成されている。そして、抜け止め部材 212 における軸方向の両端面、つまり、ラジアル軸受手段 204 に対向する面 213 及び空間形成部材 207 に対向する面 214 には、動圧発生用溝 213a、213a'、…や 214a、214a'、… がそれぞれ形成されている。

空間形成部材 207 には、抜け止め部材 212 を受け入れるための凹部 207a が形成されており、これにより抜け止め部材 212 の周囲に空間を形成している。そして、抜け止め部材 212 と空間形成部材 207 との間に形成される隙間や、抜け止め部材 212 とラジアル軸受手段 204 との間に形成される隙間には潤滑油が充填されている。

このように、軸受ユニット 201B では、スラスト軸受手段 205 として、抜け止め部材 212 及び空間形成部材 207 を用いた動圧流体軸受型の構成を備えており、軸 202 が動圧流体軸受によって相対的に回転自在に支持されているので、振動が少なく、例えば、

光ディスクドライブやハードディスクドライブ等の記録装置用モータへの適用に好適である。

なお、軸受ユニット201Bの製造方法については、図13A～図13Dに示す(1)乃至(4)の工程と基本的に同じであるが、抜け止め部材212において動圧発生用溝213a、214aが形成された部分とラジアル軸受手段204及び空間形成部材207との間に潤滑油が供給されて、軸回転時に所定の動圧が発生する必要がある。これは、抜け止め部材212や空間形成部材207の精度により規定される。

また、本例では、動圧発生用溝213a、214bが抜け止め部材212に形成された構形成態を示しているが、これに限らず、ラジアル軸受手段204のうち抜け止め部材212と対向する端面や、空間形成部材207のうち抜け止め部材212との対向面に動圧発生用溝を形成するといった各種形態が可能である。

次に、本発明に係る回転駆動装置について説明する。

図16は、本発明に係る軸受ユニット201を用いた回転駆動装置の一例を示したものであり、ファンモータへの適用を示した断面図である。なお、軸受ユニット201に代えて軸受ユニット201A、201Bを用いたものであってもよい。

回転駆動装置215は、ロータ部216と、軸受ユニット201を有するステータ部217を備えている。

回転体(回転子)を構成するロータ部216は、ロータヨーク218及びマグネット219、羽根220、220、…を備えており、その回転中心とされる位置に形成されたボス部221には、回転軸として機能する軸202の端部が圧入等で固定されている。そして、ロータヨーク218の内周面には、その周方向に沿って着磁された環状のマグネット(プラスチックマグネット等)219が接着固定されており、ロータ部216を構成する円筒部216aの外周面には、複数の羽根220、220、…が周方向に沿って所定の角度間隔をもって設けられている。

軸受ユニット201は、ロータ部216とともに回転する軸202を回転自在に支持する軸支持手段としてステータ部217に配置されている。つまり、ステータ部217を構成するステータヨーク222に形成された円筒状の支持部222aの凹部223内に軸受ユニット201が受け入れられ、圧入又は接着等により固定されている。そして、支持部222aの外周部のうち、マグネット219の内周面に対向したところには、コア224

及びコイル 225 を含むコイル部 226 が設けられており、マグネット 219 及びロータヨーク 218 とともに回転体の駆動手段 227 を構成している。

回転駆動装置 215 のケース 228 には、穴 228a が形成されており、コイル部 226 への通電によりロータ部 216 が回転すると、図 16 に矢印 A で示すように、穴 228a から空気が流入した後、ケース 228 に形成された送風口（図示せず）から外部に排出される。

このようなファンモータに軸受ユニット 201 を搭載することにより、潤滑油の漏洩がなく、長寿命で信頼性に優れた構成を実現できる。また、ラジアル軸受手段 204 として動圧流体軸受型の構成形態を用いることで、潤滑油の漏洩がなく、高い信頼性及び高速回転性をもったモータを作製できる。従って、例えば、高い冷却性能が求められるデバイスの冷却用ファンに適している。コンピュータに使用される CPU 等の発熱体に関する冷却システムへの適用において、発熱体から発生する熱をヒートシンクに伝達して、該ヒートシンクをファンで空気冷却する構成例等が挙げられる。

なお、回転駆動装置 215 の設置姿勢については、軸 202 に沿う方向において向きの如何を問わないので、図 16 に示す状態とは上下を逆にして使用することもでき、配置上の制約が少ない。

また、本発明に係る回転駆動装置にあってはファンモータに限らず、ディスク状記録媒体の回転装置や回転式ヘッドドラム装置等の各種電子機器のモータ等に広く適用することが可能である。

上述したように、本発明に係る軸受ユニットは、ラジアル軸受等、回転軸の支持手段に対して、空間形成部材及びシール部材等の必要部材を取り付けた後で、軸の露出部分に僅かな空隙 G だけを残して、各部材の周囲を高分子材料等で成形されるハウジング部材によって隙間なく保持した構造を採用しているので、軸受装置内部からの潤滑油の漏洩がなくなる。よって、本発明によれば、長寿命であって信頼性に優れた軸受ユニットを得ることができる。

また、本発明に係る軸受ユニットは、製造工程が簡素であり、接着剤等によるパッキングの管理や封止状態の確認作業等が不要である。

更に、本発明に係る軸受ユニットは、焼結金属を使った動圧流体軸受を用いるとともに、ハウジング部材の樹脂成形により、低コストでありながら、長寿命、高信頼性が得られる。

更にまた、本発明に係る軸受ユニットは、シール部材と軸との空隙量が比較的小さい場合でも必要な精度を保証することが可能であり、空隙Gのバラツキを低減できる。

次に、本発明に係る軸受ユニット及びこの軸受ユニットを用いた回転駆動装置であるモータのさらに他の例を図面を参照して説明する。

ここでは、各種情報の演算処理等を行う情報処理装置である携帯型コンピュータ等の電子機器に設けられる放熱装置に用いるモータの例を挙げて説明する。この携帯型コンピュータ等の内部には放熱装置が設けられている。この放熱装置は、金属製のベースと、このベースに取り付けられたモータ301と、このモータ301によって回転操作されるファン303と、ファン303を収納したファンケース304と、ヒートシンクを有している。この放熱装置のファン303を回転駆動するモータ301について、詳細に説明する。

本発明に係る軸受ユニット330を用いたモータ301は、図17に示すように、ロータ311とステータ312とを備える。

ステータ312は、モータ301と共にこのモータ301によって回転操作されるファン303を収納したファンケース304の上面板304a側に一体に設けられている。ステータ312は、ステータヨーク313と、本発明に係る軸受ユニット330と、コイル314とこのコイル314が巻回されるコア315とを備える。ステータヨーク313は、ファンケース304の上面部304aと一体に形成されたもの、即ち、ファンケース304の一部によって構成したものでもよく、別体に形成したものであってもよい。ステータヨーク313は、例えば鉄により形成されている。軸受ユニット330は、ステータヨーク313の中心部に筒状に形成されたホルダ316中に圧入若しくは接着、更には圧入と共に接着により固定されている。

なお、軸受ユニット330が圧入されるホルダ316は、ステータヨーク313と一体に円筒状に形成されている。

ステータヨーク313に一体に形成されたホルダ316の外周部には、図17に示すように、駆動電流が供給されるコイル314が巻回されたコア315が取り付けられている。

ステータ312と共にモータ301を構成するロータ311は、軸受ユニット330に回転可能に支持された回転軸331に取り付けられ、回転軸331と一体に回転する。ロータ311は、ロータヨーク317と、このロータヨーク317と一体に回転する複数の羽根319を有するファン303とを有する。ファン303の羽根319は、ロータヨー

ク 3 1 7 の外周面にアウトサート成形することにより、ロータヨーク 3 1 7 と一体に形成される。

ロータヨーク 3 1 7 の筒状部 3 1 7 a の内周面には、ステータ 3 1 2 のコイル 3 1 4 と対向するように、リング状のロータマグネット 3 2 0 が設けられている。このマグネット 3 2 0 は、周回り方向に S 極と N 極が交互に着磁されたプラスチックマグネットであり、接着剤によりロータヨーク 3 1 7 の内周面に固定されている。

ロータヨーク 3 1 7 は、軸受ユニット 3 3 0 に支持された回転軸 3 3 1 の先端側に設けた取付部 3 3 2 に、平板部 3 1 7 b の中心部に設けた貫通孔 3 2 1 a が設けられたボス部 3 2 1 を圧入することによって回転軸 3 3 1 と一体に回転可能に取り付けられる。

上述のような構成を備えたモータ 3 0 1 は、ステータ 3 1 2 側のコイル 3 1 4 に、モータ 3 0 1 の外部に設けた駆動回路部から所定の通電パターンにより駆動電流が供給されると、コイル 3 1 4 に発生する磁界とロータ 3 1 1 側のロータマグネット 3 2 0 からの磁界との作用によって、ロータ 3 1 1 が回転軸 3 3 1 と一体に回転する。ロータ 3 1 1 が回転することにより、このロータ 3 1 1 に取り付けられた複数の羽根 3 1 9 を有するファン 3 0 3 もロータ 3 1 1 と一体に回転する。ファン 3 0 3 が回転されることにより、コンピュータを構成する筐体に設けた開口を介して装置外部のエアを吸引し、更に、筐体内を流通させ、筐体内に設けたヒートシンク中を流通しながら貫通口を介して筐体の外部に排気されることにより、発熱素子から発生する熱をコンピュータ本体の外部に放熱し、コンピュータ本体を冷却する。

次に、このモータ 3 0 1 に用いられる軸受ユニット 3 3 0 を更に詳細に説明する。

上述したモータ 3 0 1 の回転軸 3 3 1 を回転自在に支持する軸受ユニット 3 3 0 は、図 1 7、図 1 8 及び図 1 9 に示すように、回転軸 3 3 1 の周回り方向の支持を行うラジアル軸受 3 3 3 と、このラジアル軸受 3 3 3 の外側に形成される空間形成部材 3 3 4 と、この空間形成部材 3 3 4 を収納したハウジング 3 3 7 と、空間形成部材 3 3 4 とラジアル軸受 3 3 3 との間に形成される連通通路 3 5 0 とを備える。

ラジアル軸受 3 3 3 は、焼結メタルにより円筒状に形成されている。ラジアル軸受 3 3 3 は、ハウジング 3 3 7 に充填される粘性流体である潤滑油 3 4 2 と共に動圧流体軸受を構成するものであって、回転軸 3 3 1 が挿通される内周面には、動圧発生溝 3 4 3、3 4 4 が形成されている。

動圧発生溝 3 4 3、3 4 4 は、図 2 0 に示すように、ラジアル軸受 3 3 3 の内周面に V 字状をなす一对の溝 3 4 3 a、3 4 4 a を周回り方向に連結溝 3 4 3 b、3 4 4 b により連続するように形成して構成されている。動圧発生溝 3 4 3、3 4 4 は、V 字状をなす一对の溝 3 4 3 a、3 4 4 a の先端側が回転軸 3 3 1 の回転方向 R 1 に向くように形成されている。本例にあっては、動圧発生溝 3 4 3、3 4 4 は、円筒状をなすラジアル軸受 3 3 3 の軸方向に上下に並列して形成されていて、動圧発生溝 3 4 3 が軸が開放されている軸露出側、動圧発生溝 3 4 4 が軸が開放されない非軸露出側即ち後述するスラスト軸受側に形成されている。ラジアル軸受 3 3 3 に設けられる動圧発生溝 3 4 3、3 4 4 の数や大きさは、ラジアル軸受 3 3 3 の大きさや長さ等により適宜選択される。なお、このラジアル軸受 3 3 3 は、真鍮、ステンレス又は高分子材料でもよい。

動圧流体軸受として形成されたラジアル軸受 3 3 3 は、このラジアル軸受 3 3 3 に挿通された回転軸 3 3 1 が、中心軸 C L を中心に図 2 0 中矢印 R 1 方向に連続して回転すると、ハウジング 3 3 7 内に充填された潤滑油 3 4 2 が動圧発生溝 3 4 3、3 4 4 内を流通し、回転軸 3 3 1 の外周面とラジアル軸受 3 3 3 の内周面との間に動圧を発生させて回転する回転軸 3 3 1 を支持する。このとき発生する動圧は、回転軸 3 3 1 とラジアル軸受 3 3 3 との間の摩擦係数を極めて小さくするものであって、回転軸 3 3 1 の円滑な回転を実現する。

ところで、この軸受ユニット 3 3 0 において、動圧発生溝 3 4 4 のスラスト方向の幅は、動圧発生溝 3 4 3 のスラスト方向の幅より、広く形成されている。このことにより、軸露出側の動圧発生溝 3 4 3 により発生される動圧量 P_{343} と、非軸露出側の動圧発生溝 3 4 4 により発生される動圧量 P_{344} との関係は、 $P_{343} < P_{344}$ の関係となっている。

ここで、非軸露出側の動圧量 P_{344} を、軸露出側の動圧量 P_{343} よりも、大とする点について説明する。動圧の発生は、同時に静圧の変化を発生させる。ここで、上述とは逆の $P_{343} > P_{344}$ なる関係となるように動圧発生溝を形成したとき、即ち、軸露出側の動圧量が非軸露出側の動圧量より大となることで、静圧の分布は、動圧の分布とは逆となるので、軸露出側に比べ非軸露出側である密封された軸端側の静圧が上昇する。この軸の回転と同時に発生した静圧力は、軸を上方へと押し上げる現象、即ち軸浮上現象を起こしてしまう。

この軸浮上現象が防止するため、この軸受ユニット 330 では、動圧発生溝 343 の幅を、動圧発生溝 344 の幅より広く形成して、軸露出側の動圧量 P_{343} と非軸露出側の動圧量 P_{344} とを $P_{343} < P_{344}$ とし、軸露出側の静圧を非軸露出側の静圧より大となるようにして、軸を非軸露出側、即ち、後述するスラスト軸受側に引き込むような状態を作り出している。

ラジアル軸受 333 の外側に設けられる空間形成部材 334 は、図 19 及び図 21 に示すように、円筒状に形成されたラジアル軸受 333 を収容して囲むような形状を有し、例えば合成樹脂により形成されている。

空間形成部材 334 は、図 18 及び図 21 に示すように、ラジアル軸受の側面部及び底面部を囲むように形成された空間形成部材本体 335 と、ラジアル軸受の上面部を囲むように形成された空間形成部材蓋部 336 とからなる。空間形成部材蓋部 336 の中央部には、ラジアル軸受 333 に回転自在に支持された回転軸 331 が挿通される軸挿通孔 336a が設けられている。

空間形成部材本体 335 の底面部の内面側の中央部には、ラジアル軸受 333 に支持された回転軸 331 のスラスト方向の一端部に設けた軸受支持部 331a を回転可能に支持するスラスト軸受 346 が一体に形成されている。スラスト軸受 346 は、空間形成部材 334 を合成樹脂により形成し、スラスト軸受として共用している。スラスト軸受 346 は、円弧状若しくは先端先細り状に形成された回転軸 331 の軸受支持部 331a を点で支持するピボット軸受として形成されている。

空間形成部材本体 335 の上部には、空間形成部材蓋部 336 をラジアル軸受の上面部を覆うように固定する爪状の規制部 335a が円周上に設けられている。また、空間形成部材本体 335 の側面部には、ラジアル軸受を収容したときに、ラジアル軸受の外周面を外部に臨ませるための開口部 335b が設けられている。

なお、空間形成部材 334 は、合成樹脂により形成したが、金属により形成したものを用いてもよく、更に、合成樹脂及び金属の組合せでもよく、材質に特に制限はない。ここで、空間形成部材 334 を合成樹脂により形成とした場合は、ラジアル軸受との位相インデックスなど、形状に工夫を凝らすことができ、しかも安価であるという利点がある。例えば、空間形成部材 334 に用いられる樹脂材料としては、ポリイミド、ポリアミド、ポリアセタール等のフッ素系の合成樹脂、ポリテトラフルオロエチレンテフロン（登録商

標)、ナイロン等の合成樹脂、更には、PC (ポリカーボネート)、ABS (アクリロニトリルブタジエンスチレン) などの合成樹脂を用いることができる。

空間形成部材 334 とラジアル軸受 333 の間には連通通路 350 が形成される。この連通通路 350 は、ラジアル軸受 333 から突出した軸のスラスト方向の一端部と他端部とを連通する。即ち、連通通路 350 は、スラスト軸受 346 が形成された側の一端側と空間形成部材蓋部 336 の軸挿通孔 336a 側の他端部を連通する。

この連通通路 350 は、図 21 及び図 22 に示すように、ラジアル軸受 333 の外周面のスラスト方向に形成された第 1 の溝 351 と、ラジアル軸受 333 のスラスト軸受 346 側の一端面に形成された第 2 の溝 352 と、ラジアル軸受 333 の他端面に形成された第 3 の溝 353 とからなる。

なお、この連通通路は、図 23 及び図 24 に示すように、空間形成部材 334 側に設けてもよい。即ち、空間形成部材 334 側に設けた連通通路 360 は、空間形成部材 334 の空間形成部材本体 335 の内周面のスラスト方向に形成された第 1 の溝 361 と、空間形成部材本体 335 の底面部の内面側に形成された第 2 の溝 362 と、空間形成部材蓋部 336 の内面側に形成された第 3 の溝 363 とからなるようにしてもよい。更に、上述のラジアル軸受側に設けた第 1 ～第 3 の溝 351 ～353 と空間形成部材 334 に設けた第 1 ～第 3 の溝 361 ～363 を組み合わせてもよい。

上述したように、この軸受ユニット 330 では、動圧発生溝 344 の幅を動圧発生溝 343 の幅より広く形成し、非軸露出側の動圧量 P 344 を軸露出側の動圧量 P 343 より大きくしているため、軸回転による軸浮上現象を抑制することができるが、非軸露出側の軸端の静圧低下により、残留する空気が、密封された軸端で、膨張し、潤滑油を押し出す漏洩現象が新たな問題として発生してしまう。

この連通通路 350 又は連通通路 360 は、ラジアル軸受 333 から突出した回転軸 331 の開放側、非開放側を連通しているため、上述の非軸露出側の軸端の静圧が低下しないので、ハウジング内の残留空気や潤滑油中に溶解する空気の膨張による潤滑油の押し出しを防止することができる。また、換言すると、連通通路 350、360 は、ラジアル軸受 333 に設けられた動圧発生溝 343、344 の両端の圧力を短絡することができるので、圧力差が生じることがなく、よって軸浮上が発生することもない。

空間形成部材 334 を収納したハウジング 337 は、図 19 に示すように、略円筒状の

空間形成部材 334 を收容して囲むような形状を有し、合成樹脂を一体成形して形成された一つの部材である。

ハウジング 337 は、図 19 に示すように、筒状をなすハウジング本体 338 と、ハウジング本体 338 の一端側を閉塞するようにハウジング本体 338 と一体に形成された一端部側部分を構成する底部閉塞部 339 と、ハウジング本体 338 の他端部側を構成するハウジング本体 338 と一体に形成された上部閉塞部 340 とからなる。上部閉塞部 340 の中央部には、ハウジング 337 に収納されたラジアル軸受 333 に回転自在に支持された回転軸 331 が挿通される軸挿通孔 341 が設けられている。

上述のように構成されたハウジング 337 は、略筒状をなす空間形成部材 334 を包むようにして合成樹脂材料をアウトサート成形することにより、空間形成部材 334 がハウジング本体 338 の内周側に配されて一体に形成される。

このとき、ラジアル軸受 333 の外周面の一部は、空間形成部材本体 335 の開口部 335b により、外部に臨まされているので、アウトサート成形されるハウジング 337 と一体化される。

ハウジング 337 を構成する合成樹脂材料は、特に限定されるものではないが、ハウジング 337 内に充填される潤滑油 342 を弾く潤滑油 342 に対する接触角を大きくするような材料を用いることが望ましい。ハウジング 337 には空間形成部材 334 が一体に形成されているので、潤滑性に優れた合成樹脂材料を用いることが好ましい。例えば、ハウジング 337 は、ポリイミド、ポリアミド、ポリアセタール等のフッ素系の合成樹脂、ポリテトラフルオロエチレンテフロン、ナイロン等の合成樹脂を用いて形成することが好ましい。更には、PC（ポリカーボネート）、ABS（アクリロニトリルブタジエンスチレン）などの合成樹脂を用いてもよい。更にまた、極めて高精度の成形が可能な液晶ポリマによって形成する。特に、ハウジング 337 として液晶ポリマを使用する場合は、潤滑油を保持し、耐摩耗性に優れる。

ところで、この軸受ユニット 330 では、連通通路 350 を設けることにより、ラジアル軸受 333 から突出した軸 331 の両端を連通した、いわゆる軸両端開放型である。従来の軸両端開放型の軸受ユニットでは、衝撃による潤滑油の飛散が発生しやすくなるという問題があった。この軸受ユニット 330 では、ハウジング 337 がラジアル軸受 333 及び空間形成部材 334 共に軸挿通孔 336a を除いて密閉したシームレス構造とするの

で、軸のラジアル軸受から突出した軸開放側及び非軸開放側が連通通路 350 により連通されているが、外部からはハウジング 337 に設けられた軸挿通孔 336a 以外は密閉されている。即ち、この軸受ユニット 330 は、連通通路 350 がシームレスに形成され外部から密閉されたハウジング内に設けられたものであるので、衝撃による潤滑油の飛散を防止することができる。

ハウジング 337 内に配設されたラジアル軸受 333 及びハウジング 337 と一体に設けられたスラスト軸受 346 によって回転自在に支持される回転軸 331 は、軸部本体 331b のスラスト軸受 346 によって支持される軸受支持部 331a を円弧状若しくは先端先細り状に形成し、他端側に回転体である例えばモータ 312 のロータ 331 が取り付けられる取付部 332 が設けられている。ここで、軸部本体 331b と取付部 332 は、同径に形成されている。

回転軸 331 は、図 19 に示すように、一端側の軸受支持部 331a をスラスト軸受 346 によって支持され、軸部本体 331b の外周面をラジアル軸受 333 により支持され、他端側に設けた取付部 332 側をハウジング本体 338 の上部閉塞部 340 に設けた軸挿通孔 341 から突出されてハウジング 337 に支持されている。

また、回転軸 331 には、軸受支持部 331a と軸部本体 331b の間に、軸抜け止め用の溝部 331c が設けられている。この軸抜け止め用溝部 331c と対応するように、空間形成部材 334 には、軸抜け止め用手段としてワッシャ 349 が設けられている。軸抜け止め用溝部 331c とワッシャ 349 とを係合させることにより、組み付け時のハンドリングが向上する。このワッシャ 349 は、ナイロン、ポリアミド、ポリイミド材等の高分子材料や、ステンレス、りん青銅などの金属からなる。

ところで、軸挿通孔 341 は、この軸挿通孔 341 に挿通された回転軸 331 が軸挿通孔 341 の内周面に摺接することなく回転するように、軸部本体 331b の外径よりやや大きな内径をもって形成されている。このとき、軸挿通孔 341 は、その内周面と軸部本体 331b の外周面との間にハウジング 337 内に充填された潤滑油 342 がハウジング 337 内から漏れを防止するに足る間隔 c の空隙 345 を有するように形成される。このように、回転軸 331 との間にハウジング 337 内に充填された潤滑油 342 の漏れを防止するようにした空隙 345 が形成されるように軸挿通孔 341 を形成した上部閉塞部 340 は、オイルシール部を構成している。

ハウジング 337 に一体に形成された上部閉塞部 340 は、ポリイミド、ポリアミドあるいはナイロンなどの合成樹脂により形成されているので、軸挿通孔 341 の内周面の潤滑油 342 に対する接触角として 60 度程度が確保できる。本発明に係る軸受ユニット 330 は、オイルシール部を構成する軸挿通孔 341 の内周面を含んで上部閉塞部 340 に、界面活性剤を塗布することなく潤滑油 342 の上部閉塞部 340 に対する接触角を大きくすることができるので、回転軸 331 が回転することによって発生する遠心力により潤滑油 342 が軸挿通孔 341 を介してハウジング 337 の外部へ移動することを防止できる。

更に、回転軸 331 の軸挿通孔 341 の内周面と対向する外周面には、テーパ部 347 が設けられている。テーパ部 347 は、回転軸 331 の外周面と軸挿通孔 341 の内周面との間に形成される空隙 345 をハウジング 337 の外方に向かって拡大させるように傾斜されている。このテーパ部 347 は、回転軸 331 の外周面と軸挿通孔 341 の内周面とによって形成される空隙 345 に圧力勾配を形成し、ハウジング 337 内に充填された潤滑油 342 をハウジング 337 の内部に引き込む力が発生する。回転軸 331 の回転時に、潤滑油 342 がハウジング 337 の内部に引き込まれるようになるので、動圧流体軸受により構成されたラジアル軸受 333 の動圧発生溝 358 に潤滑油 342 が確実に浸入して動圧を発生させ、回転軸 331 の安定した支持が実現され、しかもハウジング 337 に充填された潤滑油 342 の漏洩を防止できる。

本発明に係る軸受ユニット 330 において、動圧流体軸受を構成するラジアル軸受 333 に設けた動圧発生溝 358 に浸入して動圧を発生させる潤滑油 342 は、図 19 及び図 25 に示すように、ハウジング 337 内から回転軸 331 に形成されたテーパ部 347 と軸挿通孔 341 の内周面とによって形成された空隙 345 に臨むように充填される。即ち、潤滑油 342 は、ハウジング 337 内の隙間に充填され、更に焼結金属からなるラジアル軸受 333 に含浸される。

ここで、回転軸 331 に形成されたテーパ部 347 と軸挿通孔 341 の内周面との間に形成された空隙 345 について説明する。この空隙 345 の最小の間隔は、回転軸 331 の外周面と軸挿通孔 341 の内周面との間に形成される間隔 c に相当し、この間隔 c は $20\mu\text{m}$ ~ $200\mu\text{m}$ が好ましく、 $100\mu\text{m}$ 程度が最も好ましい。間隔 c が $20\mu\text{m}$ よりも小さいと、軸受ユニット 330 のハウジング 337 を合成樹脂により一体成形で作る際の成形精度を確保することが難しい。空隙 345 の間隔 c が $200\mu\text{m}$ よりも大きい

と、軸受ユニット 330 に衝撃が加えられたとき、ハウジング 337 に充填された潤滑油 342 がハウジング 337 の外部に飛散してしまう耐衝撃性が低下してしまう。

ハウジング 337 に充填された潤滑油 342 が衝撃によりハウジング 337 の外部に飛散するに耐衝撃性 G に関しては、下記の式 (1) に示すように、

$$G = (12 \gamma \cos \beta / 2 \rho c^2) / g \quad \dots (1)$$

で表される。

ここで、 γ : 潤滑油の表面張力

β : 潤滑油の接触角

ρ : 潤滑油の密度

c : 回転軸と軸挿通孔との間の間隔

g : 自然落下加速度

である。

式 (1) より、耐衝撃性 G は、空隙 345 の間隔 c の 2 乗に反比例する。

また、熱膨張による油面上昇量 h は、下記の式 (2) 式に示すように、

$$h = V \alpha \Delta t / 2 \pi R c \quad \dots (2)$$

で示される。

ここで、 V : 潤滑油充填量、

α : 熱膨張係数

Δt : 温度変化量

R : 軸半径

である。

式 (2) より、油面上昇量 h は、間隔 c の大きさに反比例するので、間隔 c を狭くすれば、耐衝撃性 G は向上するが、温度の上昇による潤滑油 342 の油面高さ h の上昇は激しくなり、軸挿通孔 341 の軸方向の厚さが必要になってしまう。

計算によれば、直径 2 mm ~ 直径 3 mm の軸径の回転軸 331 を有する軸受ユニット 330 では、回転軸 331 と軸挿通孔 341 との間に形成される空隙 345 の間隔 c を 100 μ m 程度とし、軸挿通孔 341 の高さ $H1$ 、即ちハウジング 337 の上部閉塞部 340 の厚みが 1 mm 程度であると、耐衝撃性は 1000 G 以上であり、耐温度特性 80℃ に耐えることができ、ハウジング 337 内に充填した潤滑油 342 の飛散を防止した信頼性の

高い軸受ユニット 330 を構成できる。

更に、本発明に係る軸受ユニット 330 は、回転軸 331 の外周面と軸挿通孔 341 の内周面とに間に形成される空隙 345 の間隔 c をハウジング 337 の外方に向かって拡大させるように傾斜させたテーパ部 347 が設けられるので、回転軸 331 の外周面と軸挿通孔 341 の内周面とによって形成される空隙 345 の間隔 c に圧力勾配が形成され、回転軸 331 が回転したときに発生する遠心力により、ハウジング 337 内に充填された潤滑油 342 をハウジング 337 の内部に引き込む力が発生する。

即ち、本発明に係る軸受ユニット 330 において、回転軸 331 の外周面と軸挿通孔 341 の内周面とに間に形成される空隙 345 は、表面張力シールにより、潤滑油 342 の飛散を防止している。

ここで表面張力シールについて説明する。表面張力シールは、流体の毛細管現象を利用したシール方法である。図 26 に示すような毛細管による液体の上昇高さ h は、下記のように求められる。

$$2\pi r \gamma \cos \theta = mg \quad \dots (3)$$

m は、下記の式 (4) で表される。

$$m = \pi r^2 h \rho \quad \dots (4)$$

ここで、 m : 管内の h の範囲の流体質量

r : 毛細管半径

γ : 粘性流体の表面張力

θ : 粘性流体の接触角

ρ : 粘性流体の密度

g : 重力加速度

である。

式 (3)、式 (4) より下記の式 (5) が導き出される。

$$h = 2\gamma \cos \theta / r \rho g \quad \dots (5)$$

一般的に、圧力 P と流体高さとの関係は下記の式 (6) で表される。

$$P = \rho g h \quad \dots (6)$$

ここで式 (5)、式 (6) から圧力 P は、式 (7) のように得ることができる。

$$P = 2\gamma \cos \theta / r \quad \dots (7)$$

式(7)において、圧力Pは流体を引き込む引き込み圧力を意味する。式(7)より引き込み圧力Pは、毛細管が細い程大きくなる。

上述した説明は、毛細管の断面形状が円形の際の式であるが、本発明に係る軸受ユニット330は、回転軸331の外周面と軸挿通孔341の内周面とに間に形成される空隙345に浸入した潤滑油342は、図27に示す円環状となっている。この場合の液体としての潤滑油342の上昇高さh1は、下記の式(8)に示すように求められる。

$$2\pi(R+r)\gamma\cos\theta=mg \quad \dots (8)$$

mは、下記の式(9)で表される。

$$m=\pi(R^2\cdot r^2)h\rho \quad \dots (9)$$

式(8)、式(9)から下記の式(10)が得られる。

$$h1=(2\gamma\cos\theta)/(R\cdot r)\rho g \quad \dots (10)$$

(R・r)を回転軸331の外周面と軸挿通孔341の内周面とに間に形成される空隙345の間隔cとすると、式(10)は式(11)に示すようになる。

$$h=(2\gamma\cos\theta)/(c\rho g) \quad \dots (11)$$

よって、潤滑油342の断面形状が円環状であった場合は、引き込み圧力は式(12)に示すように表される。

$$P=2\gamma\cos\theta/c \quad \dots (12)$$

ここで、具体的な計算例を示す。

回転軸331の外周面と軸挿通孔341の内周面とに間に形成される空隙345の間隔cを0.02cm(0.2mm)、粘性流体の表面張力 γ を30dyn/cm²、潤滑油342の接触角 θ を15°としたとき、引き込み圧力は式(13)より2.86×10⁻³気圧(atm)となる。

$$\begin{aligned} P &= 2 \times 30 \times \cos 15^\circ / 0.02 = 3.00 \times 10^3 \text{ dyn/cm}^2 \\ &= 2.86 \times 10^{-3} \text{ 気圧 (atm)} \quad \dots (13) \end{aligned}$$

式(12)により、引き込み圧力Pは、空隙345の間隔cが狭いほど増大する。よって、回転軸331にテーパ部347を設けることは、粘性流体としての潤滑油342を空隙345の間隔cが狭い方向、即ちハウジング337の内部方向へと引き込むことを可能とする。

例えば、図28のように、回転軸331に設けたテーパ部347の径の異なる部分t1

及び t_2 での引き込み圧力 P_1 、 P_2 は、 t_1 の部分における回転軸 331 の外周面と軸挿通孔 341 の内周面との間隔 c_1 と t_2 の部分における回転軸 331 の外周面と軸挿通孔 341 の内周面との間隔 c_2 の関係が、 $c_1 < c_2$ であるので、式 (12) により、 $P_1 > P_2$ であり、潤滑油 342 のハウジング 337 内部への引き込み圧力 P は、回転軸 331 の外周面と軸挿通孔 341 の内周面との間に形成される空隙 345 の間隔 c が狭い程増大することがわかる。

このように、ハウジング 337 に充填した潤滑油 342 のハウジング 337 外部への漏れを防止するシール部を構成する回転軸 331 の外周面と軸挿通孔 341 の内周面との間に形成される空隙 345 の間隔 c がハウジング 337 の内方に向かって小さくなるようなテーパ部 347 を設けることにより、回転軸 331 の外周面と軸挿通孔 341 の内周面とによって形成される空隙 345 に位置する潤滑油 342 に圧力勾配を生じさせる。即ち、潤滑油 342 に付与される圧力勾配は、空隙 345 の間隔 c が小さくなるハウジング 337 の内方に向かって大きくなる。潤滑油 342 にこのような圧力勾配が発生することにより、潤滑油 342 は、常時ハウジング 337 の内方に引き込まれる圧力 P が作用してしているので、回転軸 331 が回転した場合であっても、空隙 345 に存在する潤滑油 342 中に空気を巻き込むようなことがない。

上述したようなテーパ部 347 を設けない場合、即ち、回転軸 331 の外周面と軸挿通孔 341 の内周面との間の空隙 345 の間隔 c が、図 27 に示すように、軸挿通孔 341 の高さ方向で一定である場合には、回転軸 331 の外周面と軸挿通孔 341 の内周面との間の空隙 345 に浸入した潤滑油 342 に圧力勾配が発生しないので、潤滑油 342 は空隙 345 中に均一に存在する。即ち、回転軸 331 の外周面と軸挿通孔 341 の内周面との間の間隔 c を狭めることによってシール部として機能する空隙 345 に浸入した潤滑油 342 は、回転軸 331 の回転によって空隙 345 内を移動して空気 E を巻き込んでしまうことがある。このように、潤滑油 342 中に空気 E を巻き込むと、温度変化、気圧変化等により空気が膨張し、潤滑油 342 をシール部を構成する空隙 345 からハウジング 337 の外部に飛散してしまう。

これに対して、本発明に係る軸受ユニット 330 のように、回転軸 331 の外周面と軸挿通孔 341 の内周面との間に形成される空隙 345 の間隔 c がハウジング 337 の内方に向かって小さくなるようなテーパ部 347 を設けることにより、空隙 345 に浸入した

潤滑油 3 4 2 に、ハウジング 3 3 7 の内方に向かって圧力が大きくなるに圧力勾配が発生するので、回転軸 3 3 1 が回転したとき、潤滑油 3 4 2 中に空気 E を巻き込むことを防止できる。

更に、上述したようなテーパ部 3 4 7 を設けることは、ハウジング 3 3 7 に設けた軸挿通孔 3 4 1 に対し回転軸 3 3 1 が偏芯した際にも、回転軸 3 3 1 の外周面と軸挿通孔 3 4 1 の内周面との間に形成される空隙 3 4 5 に浸入した潤滑油 3 4 2 のハウジング 3 3 7 の外方への飛散を防止できるばかりか、回転軸 3 3 1 の全周に亘って潤滑油 3 4 2 を浸入させることができ、回転軸 3 3 1 周囲の潤滑油 3 4 2 が切れることを防止でき、回転軸 3 3 1 の安定した回転を保証できる。

ハウジング 3 3 7 に設けた軸挿通孔 3 4 1 に対し回転軸 3 3 1 が偏芯した際に、上述したようなテーパ部 3 4 7 が設けられていない場合には、図 3 0 に示すように、潤滑油 3 4 2 は、回転軸 3 3 1 の外周面と軸挿通孔 3 4 1 の内周面との間の間隔 c が狭い方へと集中し、その反対側の間隔 c の広い部分では潤滑油 3 4 2 が切断され、空気 E を巻き込んでしまう。潤滑油 3 4 2 中に空気 E が巻き込まれると、温度変化、気圧変化等により空気 E が膨張し、潤滑油 3 4 2 をシール部を構成する空隙 3 4 5 からハウジング 3 3 7 の外部に飛散してしまう。

これに対し、本発明に係る軸受ユニット 3 3 0 のように、回転軸 3 3 1 にテーパ部 3 4 7 を設けることにより、ハウジング 3 3 7 に設けた軸挿通孔 3 4 1 に対し回転軸 3 3 1 が偏芯した際にも、図 3 1 に示すように、偏心した回転軸 3 3 1 が回転する楕円軌道上に必ず同じ間隔 c の空隙 3 4 5 が存在し、その楕円軌道上での回転軸 3 3 1 の外周面と軸挿通孔 3 4 1 の内周面との間に形成される空隙 3 4 5 の間隔 c は、図 3 2 に示すように回転軸 3 3 1 の全周に亘って一定となるので、潤滑油 3 4 2 が間隔 c の狭い方へと集中するような現象が発生しないので、潤滑油 3 4 2 の空隙 3 4 5、ひいてはハウジング 3 3 7 内からの放出を防止することが可能となる。

上述した軸受ユニット 3 3 0 は、テーパ部 3 4 7 を回転軸 3 3 1 側に設けているが、図 3 3 に示すように、ハウジング 3 3 7 側の軸挿通孔 3 4 1 の内周面にテーパ部 3 4 8 を設けるようにしてもよい。

上述したように構成された本発明に係る軸受ユニット 3 3 0 を製造する工程を説明する。

本発明に係る軸受ユニット 3 3 0 を製造するには、ラジアル軸受 3 3 3 の外側に、空間

形成部材 334 を取り付けることで仮組立をする。ラジアル軸受 333 及び空間形成部材 334 は、仮組立するとき、図 34 に示すように、空間形成部材本体 335 に、回転軸 331 の軸受支持部 331a と軸本体 331b の間に設けられた軸抜け止め用溝部 331c に挿入される軸抜け止め手段であるワッシャ 349 を取り付ける。次に、動圧流体軸受であるラジアル軸受 333 に、空間形成部材本体 335 及び空間形成部材蓋部 336 を取り付ける。このとき、空間形成部材本体 335 の内部にはスラスト軸受 346 が一体に形成されている。また、空間形成部材 334 とラジアル軸受 333 の間には、連通通路 350 が形成される。

次に、仮組立したラジアル軸受 333 及び空間形成部材 334 を金型に取り付け、図 35 に示すように、この仮組立したラジアル軸受 333 及び空間形成部材 334 の外周囲に上述した何れかの合成樹脂をアウトサート成形してハウジング 337 を形成する。このとき、空間形成部材 334 は、ハウジング 337 がアウトサート成形されるとき、ハウジング 337 の内部に一体化され、筒状のハウジング本体 338 の上下に一体的に形成された上部閉塞部 340 と底部閉塞部 339 とによって挟持され、その取付位置が固定される。また、ラジアル軸受 333 は、ハウジング 337 がアウトサート成形されるとき、空間形成部材 334 の開口部 335b により、ハウジング 337 に一体化され、筒状のハウジング本体 338 の上下に一体的に形成された上部閉塞部 340 と底部閉塞部 339 とによって挟持され、その取付位置が固定される。更に、空間形成部材 334 とラジアル軸受 333 との間の連通通路 350 には、ハウジング 337 がアウトサート成形されるとき、空間形成部材 334 に遮断されているので、合成樹脂が流入することはない。

次に、図 36 に示すように、回転軸 331 を上部閉塞部 340 に設けた軸挿通孔 341 に挿通してハウジング 337 内に挿入する。このとき、軸抜け止め手段であるワッシャ 349 は弾性変形により軸抜け止め用溝部 331c に挿入され、回転軸 331 は、軸受支持部 331a をスラスト軸受 346 に当接させてラジアル軸受 333 に挿通させてハウジング 337 内に挿入される。スラスト軸受 346 及びラジアル軸受 333 によって支持された回転軸 331 は、ハウジング 337 内で回転可能に支持される。

回転軸 331 をハウジング 337 に挿入したところで、ハウジング 337 に潤滑油 342 を充填する。潤滑油 342 の充填は図 37 に示すように、潤滑油 356 が収容されている充填槽 355 に回転軸 331 を挿入したハウジング 337 を投入する。次に、ハウジン

グが投入された充填槽 3 5 5 を真空装置により真空吸引する。その後、真空吸引された充填槽を大気中に取り出すことにより、ハウジング 3 3 7 内に潤滑油 3 4 2 が充填される。

このとき、潤滑油 3 4 2 は、温度変化により膨張した場合に、軸挿通孔 3 4 1 内からハウジング 3 3 7 の外部に漏洩することを防止し、また温度変化により収縮した場合には、回転軸 3 3 1 と軸挿通孔 3 4 1 との間に形成された空隙 3 4 5 への充填不足が発生しないように充填される。即ち、温度変化による潤滑油 3 4 2 の油面高さの変化は、軸挿通孔 3 4 1 内の範囲にあるように設定される。

潤滑油 3 4 2 のハウジング 3 3 7 への充填を真空装置を用いて真空吸引して行うことにより、ハウジング 3 3 7 の内部の圧力が外部より低い状態になる。その結果、潤滑油 3 4 2 は、容易にハウジング 3 3 7 から漏洩することが防止される。

本発明に係る軸受ユニット 3 3 0 は、ラジアル軸受 3 3 3 を焼結メタルにより形成しているので、このラジアル軸受 3 3 3 に潤滑油 3 4 2 が充填され、更に、回転軸 3 3 1 の回転により動圧を発生させる動圧発生溝 3 5 8 中にも潤滑油 3 4 2 が充填される。即ち、潤滑油 3 4 2 は、ハウジング 3 3 7 内の全ての空隙に充填される。

上述した軸受ユニットは、ハウジングを合成樹脂の成型体により形成しているが、合成樹脂に限られず、金型装置を用いて成形可能な金属材料を混合した合成樹脂やその他の成形材料を用いて形成したものであってもよい。なお、ハウジングを合成樹脂以外の材料により形成したとき、ハウジングに充填された潤滑油の軸挿通孔内周面との接触角が十分に維持できなくなる場合がある、このように潤滑油の接触角を大きく維持できなくなるおそれがある場合には、軸挿通孔の内周面、更には軸挿通孔の内周面を含んで上部閉塞部の外周面に、界面活性剤を塗布して接触角を大きくするようにすればよい。

上述した軸受ユニットは、スラスト軸受をハウジングの一部として形成されているが、スラスト軸受を設けた底部閉塞部をハウジング本体とは独立して形成し、この底部閉塞部をハウジング本体に熱融着又は超音波融着等の手法を用いて一体化するようにしてもよい。

以上のように構成された軸受ユニット 3 3 0 は、潤滑油の漏洩防止に非常に有用であるが軸が回転すると同時に発生する残留空気や潤滑油中に溶解する空気の膨張（キャビテーション現象）による潤滑油の押し出しが生じやすいという欠点をもつ、シームレスな樹脂製ハウジングを備えた、軸両端開放型動圧流体軸受ユニットの問題を解決する。

この軸受ユニット 3 3 0 は、従来では、ハウジング部品が複数の部品から構成され、ラ

ラジアル軸受の両端の圧力短絡のために設けられた通路が非軸開放側ー通路ーハウジング外部ー軸開放側であったのに対し、通路を非軸開放側ー連通通路ー軸開放側とし、この連通通路を形成した空間形成部材 334 をシームレスなハウジング 337 により周囲を覆う構造としたものである。

即ち、この軸受ユニット 330 は、空間形成部材 334 を設けて、ラジアル軸受 333 の上端と下端に、経路が軸受下端・通路・軸受上端となる連通通路 350 を設け、密閉された側の下端である非軸開放側の静圧低下を緩和することができるので残留空気の押し上げによる潤滑油の漏洩を防止でき、且つ、ハウジング外部への経路は、軸とハウジングとの僅かな空隙のみである状態を維持しているため、衝撃による潤滑油の飛散を防止し、更に、粘性流体の滲み出しを防止することができる。その結果、この軸受ユニット 330 は、長時間にわたって良好な潤滑性能を維持できる。

また、空間形成部材の形状が異なる軸受ユニットは、図 38 に示すように構成してもよい。なお、以下の説明において、図 19 に示す軸受ユニット 330 と共通する部分については、共通の符号を付して詳細な説明は省略する。

図 38 に示す軸受ユニット 370 は、図 19 に示す軸受ユニット 330 と空間形成部材の形状が異なるものである。この軸受ユニット 370 において、空間形成部材 371 は、ラジアル軸受 333 の側面部の上部及び上面部を囲むように形成された第 1 の空間形成部材 372 と、ラジアル軸受 333 の側面部の下部及び底面部を囲むように形成された第 2 の空間形成部材 373 とからなる。この第 1 の空間形成部材 372 の中央部には、ラジアル軸受 333 に回転自在に支持された回転軸 331 が挿通される軸挿通孔 372a が設けられている。

第 2 の空間形成部材 373 の底面部の内面側の中央部には、ラジアル軸受 333 に支持された回転軸 331 のスラスト方向の一端部に設けた軸受支持部 331a を回転可能に指示するスラスト軸受 346 が一体に形成されている。スラスト軸受 346 は、空間形成部材 371 を、樹脂により形成し、スラスト軸受として共用している。スラスト軸受 346 は、円弧状若しくは先端先細り状に形成された回転軸 331 の軸受支持部 331a を点で支持するピボット軸受として形成されている。

この空間形成部材 371 とラジアル軸受 333 の間には、軸受ユニット 330 と同様に、連通通路が形成される。この連通通路は、ラジアル軸受 333 から突出した軸のスラスト

方向の一端部と他端部とを連通する。即ち、連通通路 350 は、スラスト軸受 346 が形成された側の一端側である非軸開放側と第 1 の空間形成部材 372 側の軸挿通孔 372a 側の他端部である軸開放側を連通する。

以上のように構成された軸受ユニット 370 は、軸受ユニット 330 と同様に、空間形成部材を設けて、ラジアル軸受の上端と下端に、経路が軸受下端・通路・軸受上端となる連通通路を設け、密閉された側の下端である非軸開放側の静圧低下を緩和することができるので残留空気の押し上げによる潤滑油の漏洩を防止でき、且つ、ハウジング外部への経路は、軸とハウジングとの僅かな空隙のみである状態を維持しているので、衝撃による潤滑油の飛散を防止し、更に、粘性流体の滲み出しを防止することができる。その結果、この軸受ユニット 370 は、長時間にわたって良好な潤滑性能を維持できる。

このように、本発明を適用した軸受ユニットにおいて、空間形成部材の形状は、上述のハウジング部材をアウトサート成型する際に、空間形成部材とラジアル軸受との間に形成される連通通路に樹脂が流れ込まないような形状であればよく、その他の形状に関する制限はない。

上述した軸受ユニットは、ハウジングに充填される粘性流体として潤滑油を用いているが、一定の粘性を有し、一定の表面張力が得られるものであれば、各種の粘性流体を適宜選択することができる。

なお、本発明は、上述した例に限られるものではなく、請求の範囲に記載される範囲において、当業者が設計変更できる範囲で実現できるものを包含するものである。

産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明によれば、アッセンブリ時に軸が抜けてしまうようなことがなく、潤滑油の漏洩がなく小型で長寿命の信頼性に優れた軸受ユニットを構成できる。

また、本発明に係る軸受ユニットによれば、潤滑油の漏洩等がなく、長寿命及び高い信頼性を得ることができる。しかも、そのために、装置構成や製造工程が著しく複雑化する等の不都合を伴わない。

更に、本発明に係る軸受ユニットによれば、軸の抜け止め部材と、この部材の周囲に必要な空間を形成するための部材を設けることで、衝撃、気圧や内圧の変化等による軸抜け

を防止できる。

更にまた、本発明に係る軸受ユニットによれば、高分子材料を用いてハウジング部材を成形することによりシール用の部材等を外周から隙間なく保持し、潤滑油の漏洩を防止できる。

更にまた、本発明に係る軸受ユニットによれば、ラジアル軸受手段として動圧流体軸受を用いた構成することにより、高精度な軸支持を実現でき、潤滑油の漏洩に起因する弊害を防止でき、更に、スラスト軸受手段の構成が簡素化されるので、部品点数及び工数の削減やコストの低減に有利である。

更にまた、本発明に係る軸受ユニットによれば、引き込み圧力が内部に近いほど大きくなるので、空隙内の潤滑油が外部に洩れ出し難くなり、軸の偏心に起因する潤滑油の偏りが少なくなり、信頼性が高まる。

更にまた、本発明に係る軸受ユニットによれば、振動の低減に有効であり、しかも抜け止め部材及びその周囲に空間を確保するための部材を利用することでスラスト軸受手段の構成が簡素化される。

更にまた、本発明に係る軸受ユニットは、放熱装置のモータやディスクドライブのスピンドルモータの軸受として用いられるのみならず、各種のモータの軸受として用いることができ、更には、回転軸を備える機構や軸に対し回転する部品を支持する機構に広く用いることができる。

請求の範囲

1. 軸を回転可能に支持する軸受ユニットであり、
前記軸の端部を外部に出すための空隙を残してシームレス形状の保持部材と、
前記保持部材の内部に配置されて、前記軸をラジアル方向に関して回転可能に支持する軸受と
前記軸に取り付けられて前記軸受に当接することで、前記軸のスラスト方向の抜け止めを図る軸抜け止め部材と、
前記保持部材の内部に配置されて、前記軸抜け止め部材の周囲に空間を確保するための空間形成部材と
を備えることを特徴とする軸受ユニット。
2. 前記軸抜け止め部材は、前記軸と一体になるように形成されていることを特徴とする請求の範囲第1項記載の軸受ユニット。
3. 前記保持部材は高分子材料で形成されており、前記保持部材は、前記軸を前記保持部材の外部に出す位置において前記軸との間に形成された前記空隙を有することを特徴とする請求の範囲第1項記載の軸受ユニット。
4. 前記空間形成部材は高分子材料で形成されており、前記空間形成部材は、前記軸の端部をスラスト方向に関して回転可能に支持するスラスト軸受を兼ねていて、前記軸の前記端部は球状であり、前記スラスト軸受は、ピボット軸受であることを特徴とする請求の範囲第1項記載の軸受ユニット。
5. 前記軸の外周面又は前記軸受の内周面には、動圧発生溝を有することを特徴とする請求の範囲第1項記載の軸受ユニット。
6. 前記軸抜け止め部材の面又は前記軸抜け止め部材に対面する空間形成部材の面には、動圧発生溝を有することを特徴とする請求の範囲第2項記載の軸受ユニット。
7. 前記軸と前記空間形成部材は、導電部材からなり、前記空間形成部材は前記保持部材から外部に露出していることを特徴とする請求の範囲第1項記載の軸受ユニット。
8. 軸を回転可能に支持する軸受ユニットを有する回転駆動装置であり、
前記軸の端部を外部に出すための空隙を残してシームレス形状の保持部材と、
前記保持部材の内部に配置されて、前記軸をラジアル方向に関して回転可能に支持する

軸受と、

前記軸に取り付けられて前記軸受に突き当たることで前記軸のスラスト方向の抜け止めを図る軸抜け止め部材と、

前記保持部材の内部に配置されて、前記軸抜け止め部材の周囲に空間を確保するための空間形成部材と

を備えることを特徴とする軸受ユニットを有する回転駆動装置。

9. 軸及び該軸を回転自在に支持するために軸受手段を備えた軸受ユニットにおいて、

前記軸との間に空隙を介して配置される潤滑油シール用の部材と、

前記潤滑油シール用の部材及び前記軸受手段を外周から保持する合成樹脂製のハウジング部材を設けた

ことを特徴とする軸受ユニット。

10. 請求の範囲第9項記載の軸受ユニットにおいて、

前記軸受手段として、前記軸にかかるラジアル荷重を受けるラジアル軸受手段及び前記軸にかかるスラスト荷重を受けるスラスト軸受手段を設けるとともに、

前記軸の抜け止め部材と、該抜け止め部材の周囲に空間を確保するために配置されかつ前記潤滑油シール用部材とは別の部材として形成された空間形成部材を設け、

前記ハウジング部材によって、前記ラジアル軸受手段及び前記潤滑油シール部材及び前記空間形成部材を保持したことを特徴とする軸受ユニット。

11. 請求の範囲第9項記載の軸受ユニットにおいて、

前記ハウジング部材に高分子材料を用いたことを特徴とする軸受ユニット。

12. 請求の範囲第10項記載の軸受ユニットにおいて、

前記ラジアル軸受手段として動圧流体軸受を用いたことを特徴とする軸受ユニット。

13. 請求の範囲第10項記載の軸受ユニットにおいて、

前記スラスト軸受手段として、前記軸の端面を曲面状に形成してこれを前記第2の部材に接触させた構成を有することを特徴とする軸受ユニット。

14. 請求の範囲第9項記載の軸受ユニットにおいて、

前記軸のうち、前記潤滑油シール用部材との間で空隙を形成する部分がテーパ状とされ、該軸に沿って内部に近づくにつれて軸径が大きくなるようにしたことを特徴とする軸受ユニット。

15. 請求の範囲第10項記載の軸受ユニットにおいて、

前記スラスト軸受手段として、前記抜け止め部材及び前記空間形成部材を用いて動圧流体軸受を構成したことを特徴とする軸受ユニット。

16. 回転体及び該回転体とともに回転する軸と、該軸を回転自在に支持する軸受手段及び回転体を回転させるための駆動手段を備えた回転駆動装置において、

前記軸との間に空隙を介して配置される潤滑油シール用部材と、該部材及び前記軸受手段を外周から保持する樹脂製のハウジング部材を設けたことを特徴とする回転駆動装置。

17. 請求の範囲第16項記載の回転駆動装置において、

前記軸受手段として、前記軸にかかるラジアル荷重を受けるラジアル軸受手段及び前記軸にかかるスラスト荷重を受けるスラスト軸受手段を設けるとともに、

前記軸の抜け止め部材と、該抜け止め部材の周囲に空間を確保するために配置されかつ前記潤滑油シール用部材とは別の部材として形成された空間形成部材を設け、

前記ハウジング部材によって、前記ラジアル軸受手段及び前記潤滑油シール部材及び前記空間形成部材を保持したことを特徴とする回転駆動装置。

18. 請求の範囲第16項記載の回転駆動装置において、

前記ハウジング部材に高分子材料を用いたことを特徴とする回転駆動装置。

19. 請求の範囲第17項記載の回転駆動装置において、

前記ラジアル軸受手段として動圧流体軸受を用いたことを特徴とする回転駆動装置。

20. 請求の範囲第17項記載の回転駆動装置において、

前記スラスト軸受手段として、前記軸の端面を曲面状に形成してこれを前記空間形成部材に接触させた構成を有することを特徴とする回転駆動装置。

21. 請求の範囲第16項記載の回転駆動装置において、

前記軸のうち、前記潤滑油シール用部材との間で空隙を形成する部分がテーパ状とされ、該軸に沿って内部に近づくにつれて軸径が大きくなるようにしたことを特徴とする回転駆動装置。

22. 請求の範囲第17項記載の回転駆動装置において、

前記スラスト軸受手段として、前記抜け止め部材及び前記空間形成部材を用いて動圧流体軸受を構成したことを特徴とする回転駆動装置。

23. 軸と、

前記軸の周回り方向の支持を行うラジアル軸受と、
前記軸のスラスト方向の一端を支持するスラスト軸受と、
前記ラジアル軸受及び前記スラスト軸受の外側に設けられる空間形成部材と、
前記空間形成部材が内部に配設され、前記軸が挿通される軸挿通孔を除いて密閉された構造とされるハウジングと、

前記ハウジング内に充填された粘性流体と、

前記空間形成部材と前記ラジアル軸受との間に形成され、前記ラジアル軸受から突出した軸のスラスト方向の前記一端側と他端側を連通する連通通路とを備える軸受ユニット。

24. 請求の範囲第23項記載の軸受ユニットにおいて、

前記連通通路は、前記ラジアル軸受の外周面のスラスト方向に形成された溝であること特徴とする軸受ユニット。

25. 請求の範囲第23項記載の軸受ユニットにおいて、

前記連通通路は、前記ラジアル軸受の外周面のスラスト方向に形成された第1の溝と、前記ラジアル軸受の前記スラスト軸受側の一端面に形成された第2の溝と、前記ラジアル軸受の他端面に形成された第3の溝とからなることを特徴とする軸受ユニット。

26. 請求の範囲第23項記載の軸受ユニットにおいて、

前記ハウジングは、合成樹脂の成型体によって一体に形成されていることを特徴とする軸受ユニット。

27. 請求の範囲第26項記載の軸受ユニットにおいて、

前記ハウジングと前記ラジアル軸受とは、前記空間形成部材に設けられた開口部を介して一体化させていることを特徴とする軸受ユニット。

28. ステータに対してロータを回転可能に支持する軸受ユニットを備えた回転駆動装置において、

前記軸受ユニットは、軸と、前記軸の周回り方向の支持を行うラジアル軸受と、前記軸のスラスト方向の一端を支持するスラスト軸受と、

前記ラジアル軸受及び前記スラスト軸受の外側に設けられる空間形成部材と、

前記空間形成部材が内部に配設され、前記軸が挿通される軸挿通孔を除いて密閉された構造とされるハウジングと、

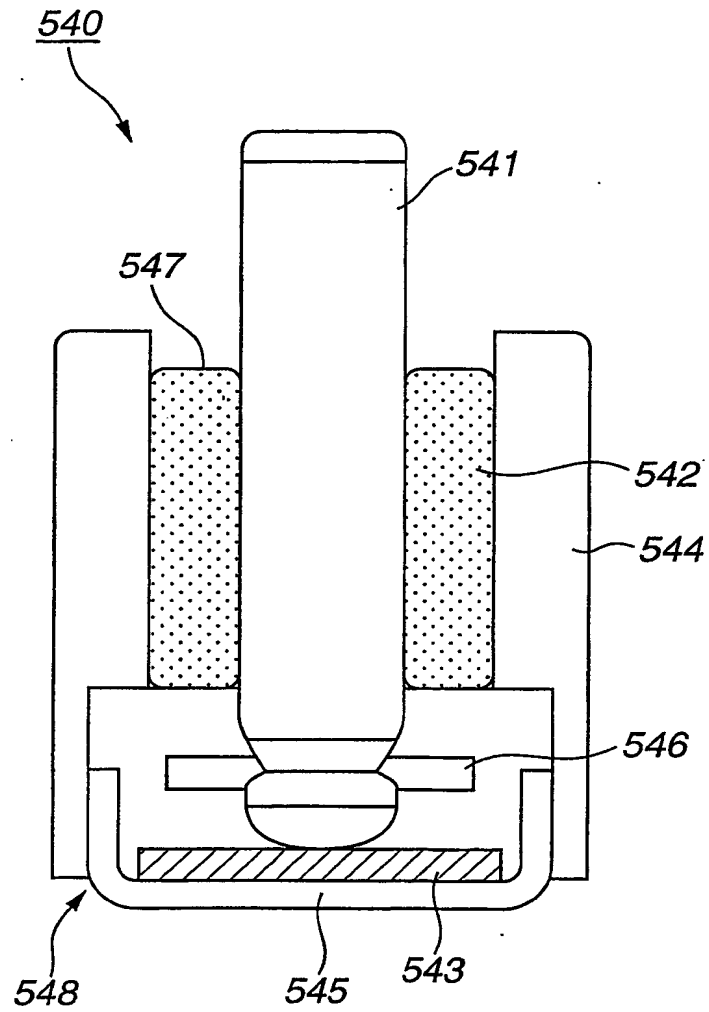
前記ハウジング内に充填された粘性流体と、

前記空間形成部材と前記ラジアル軸受との間に形成され、前記ラジアル軸受から突出した軸のスラスト方向の前記一端側と他端側を連通する連通通路とを備えた軸受ユニットであることを特徴とする回転駆動装置。

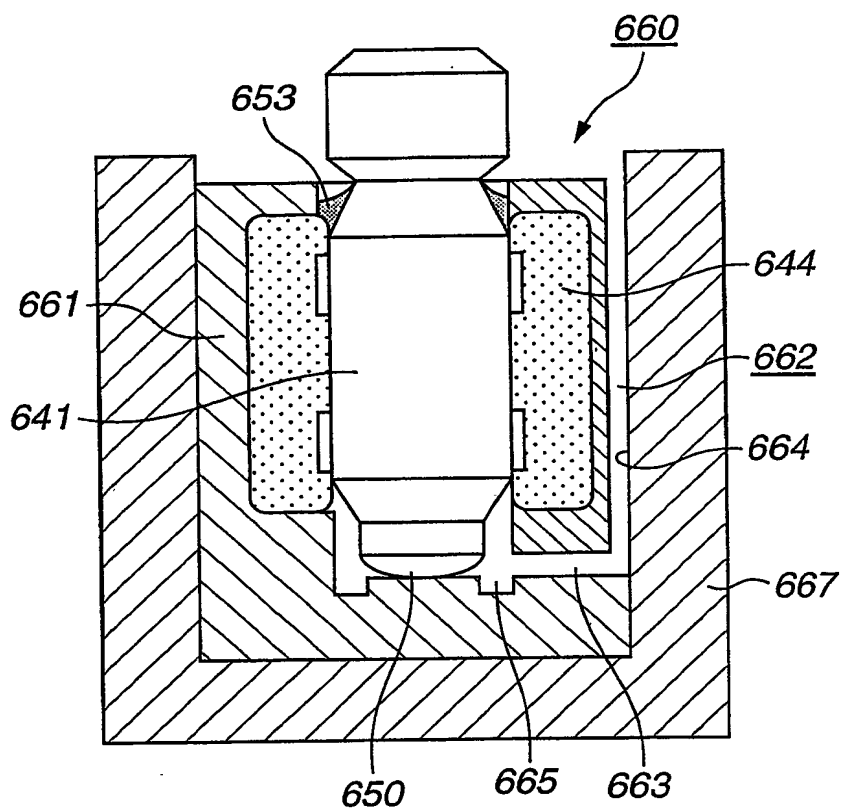
29. 請求の範囲第28項記載の回転駆動装置において、

前記軸受ユニットのハウジングは、合成樹脂の成型体によって一体に形成されていることを特徴とする回転駆動装置。

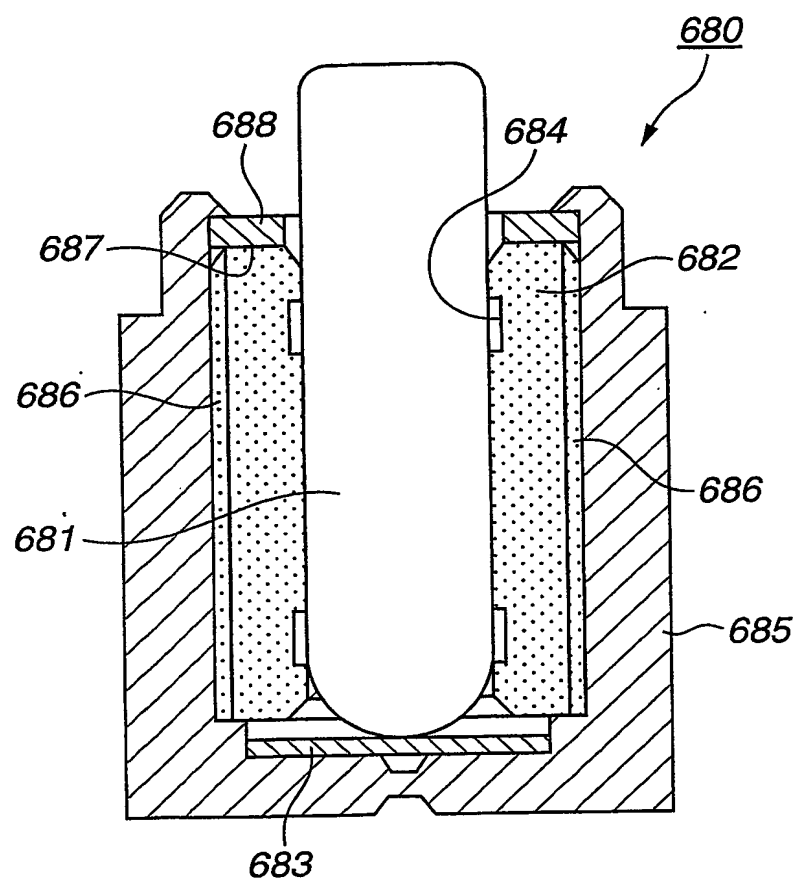
1/28

**FIG.1**

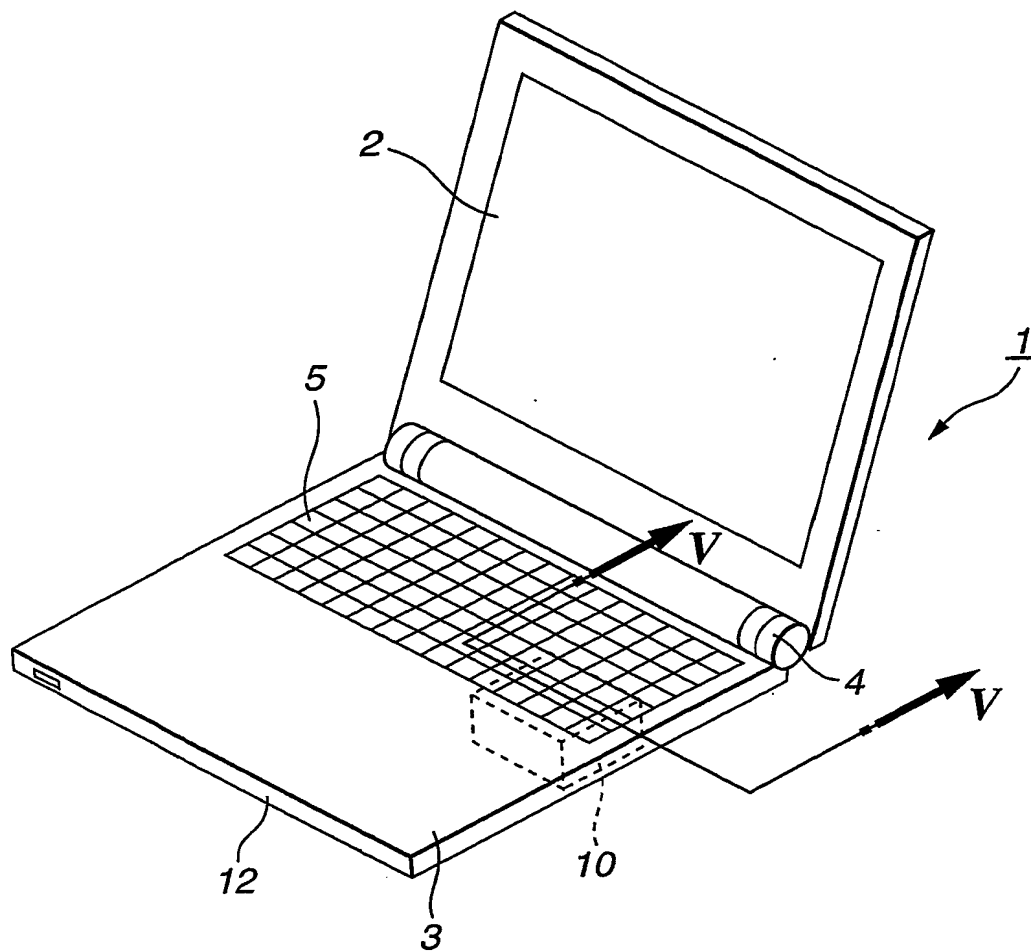
2/28

**FIG.2**

3/28

**FIG.3**

4/28

**FIG.4**

5/28

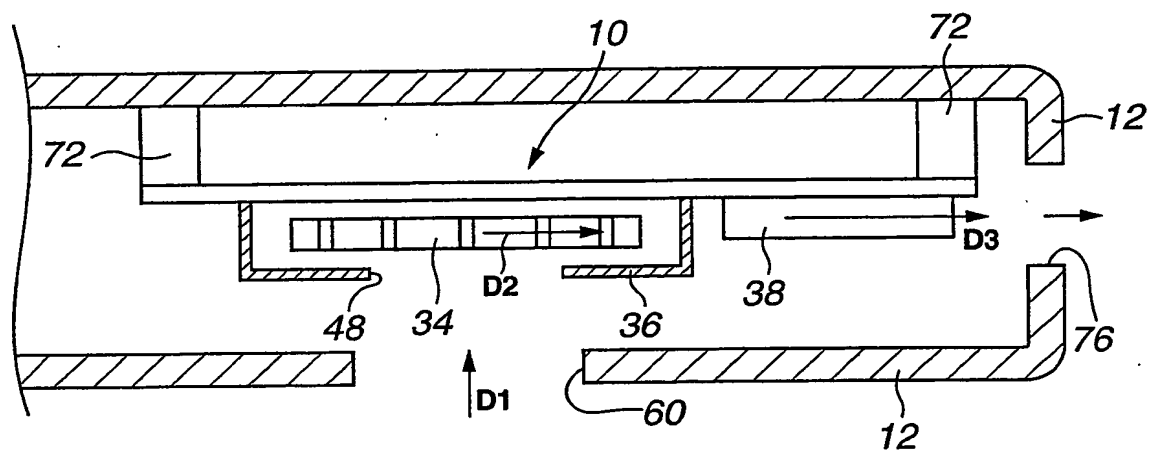


FIG.5

6/28

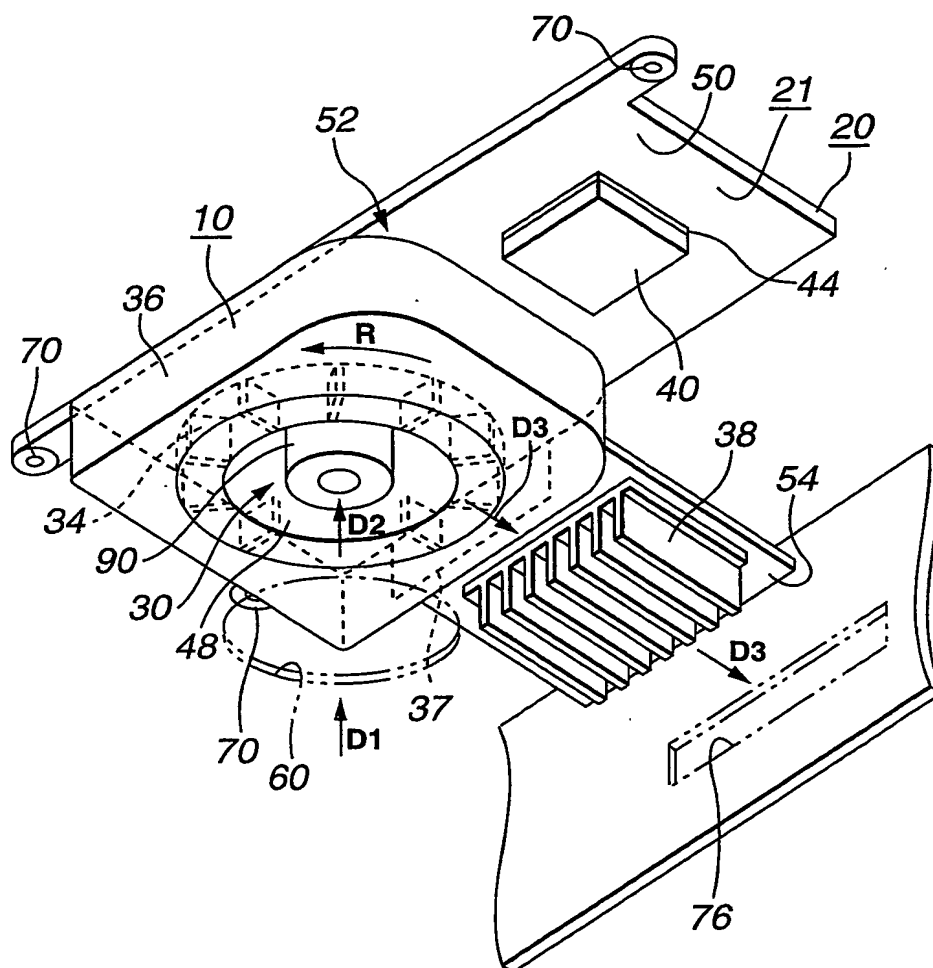
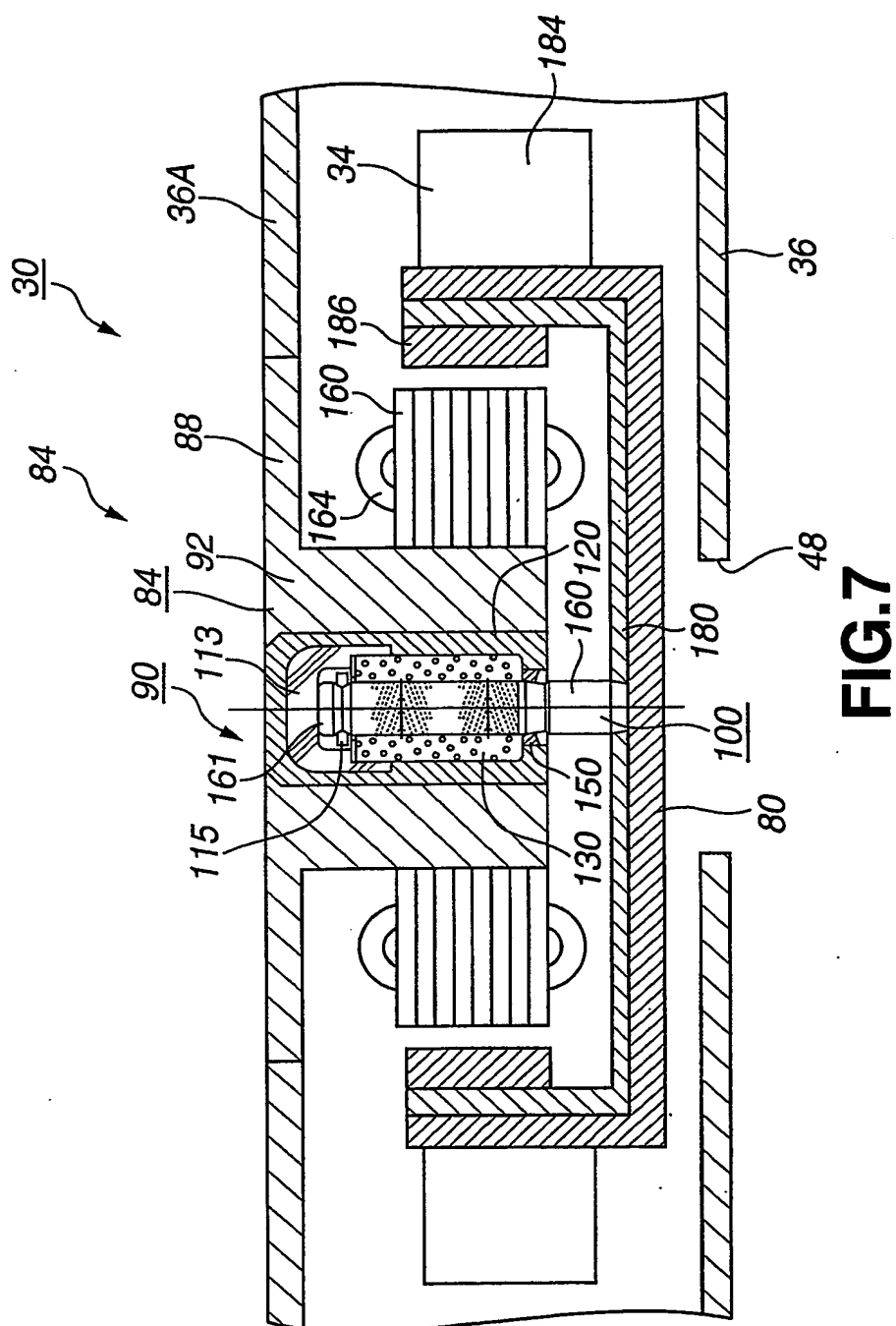


FIG.6

7/28



9/28

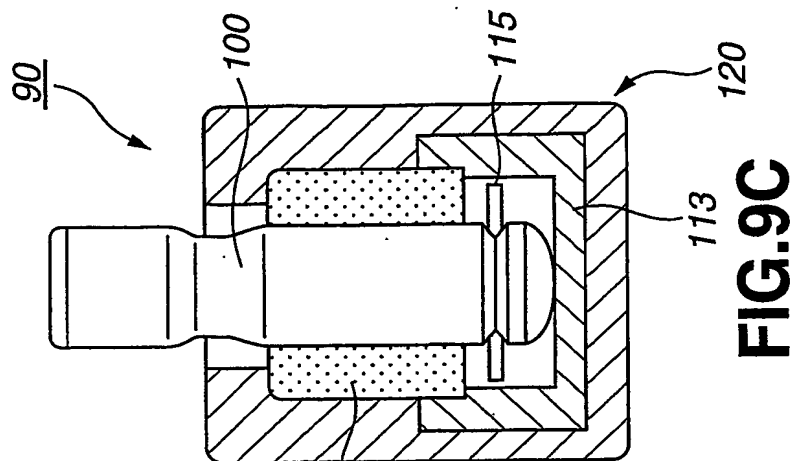


FIG. 9C

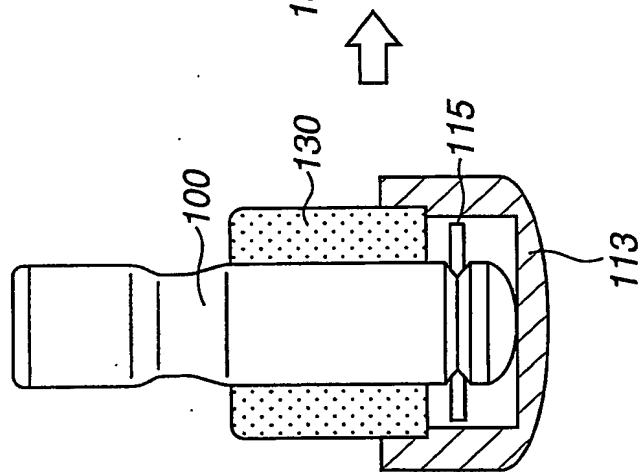


FIG. 9B

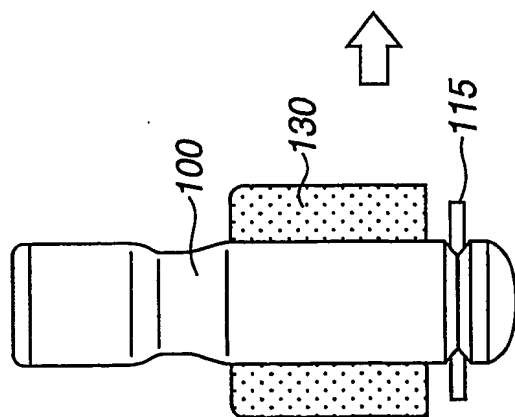
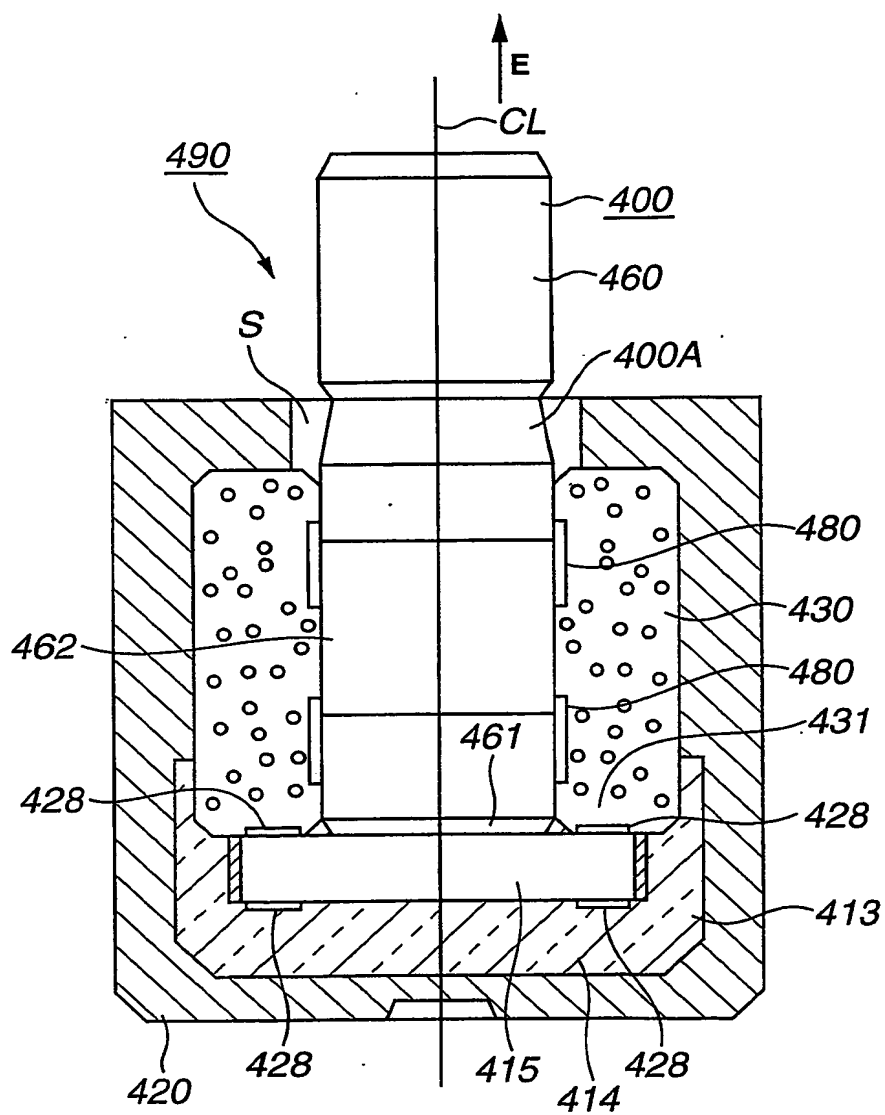


FIG. 9A

10/28

**FIG.10**

11/28

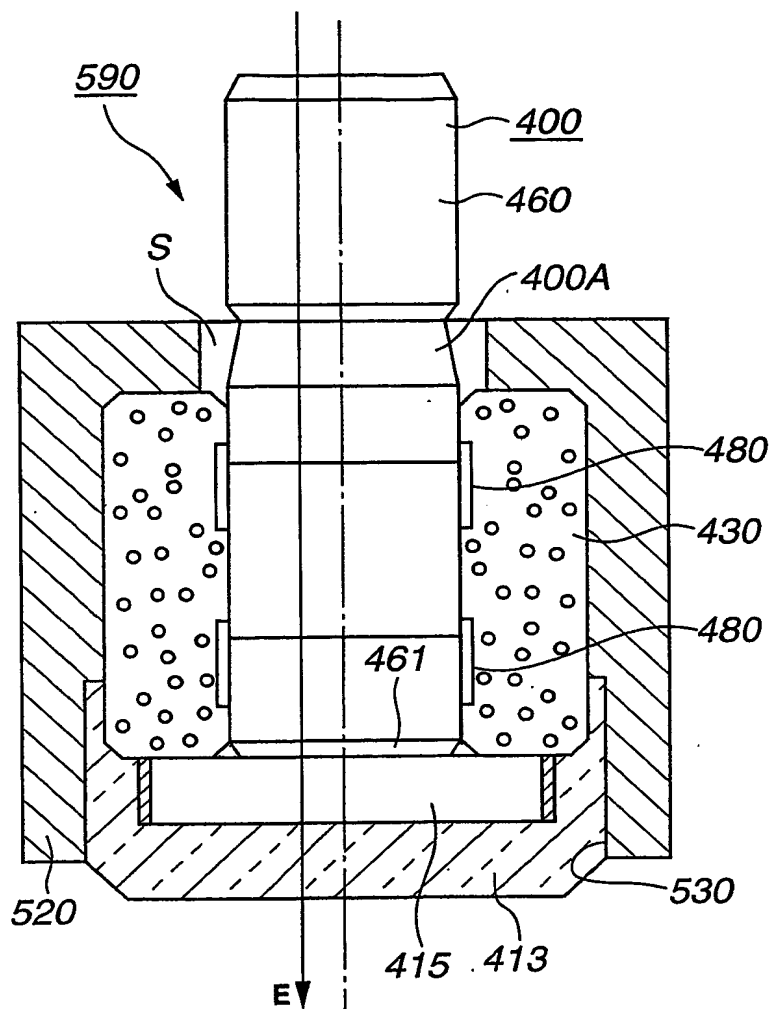


FIG.11

12/28

FIG.12A

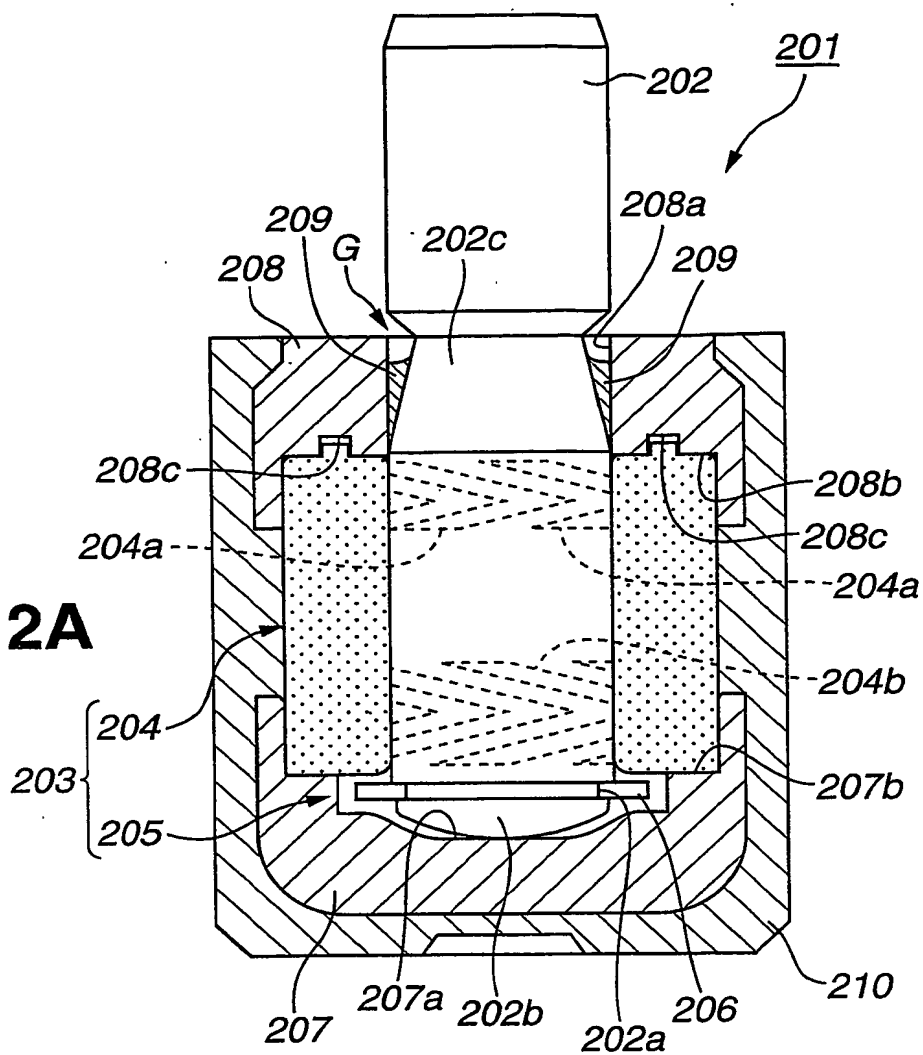
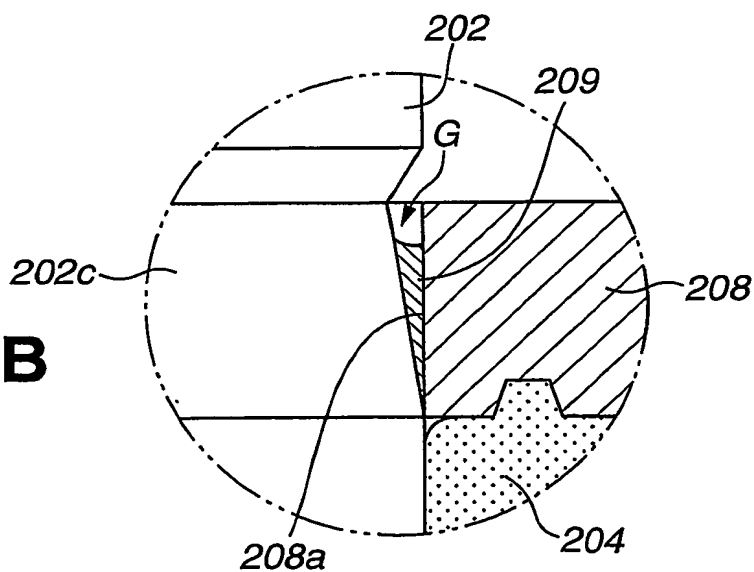


FIG.12B



13/28

FIG.13A

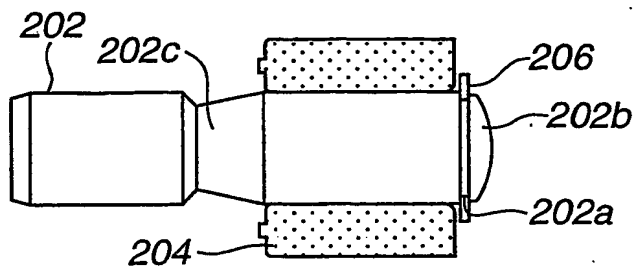


FIG.13B

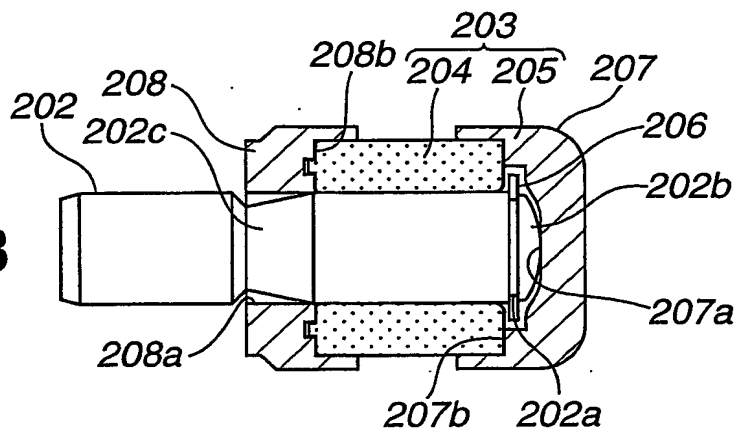


FIG.13C

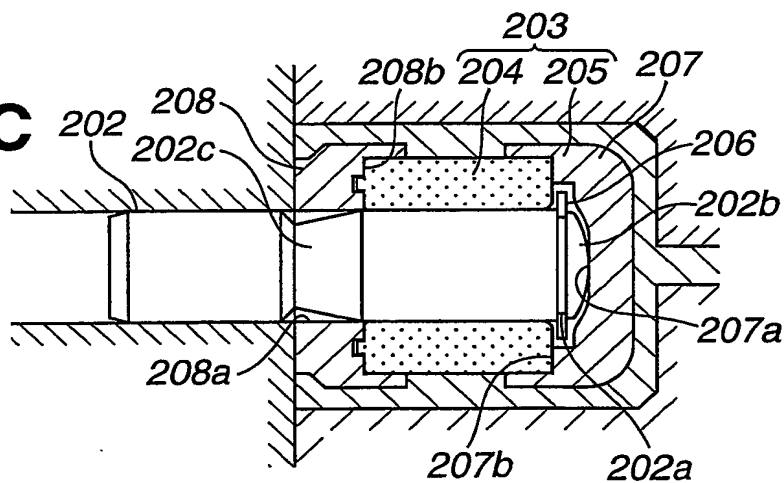
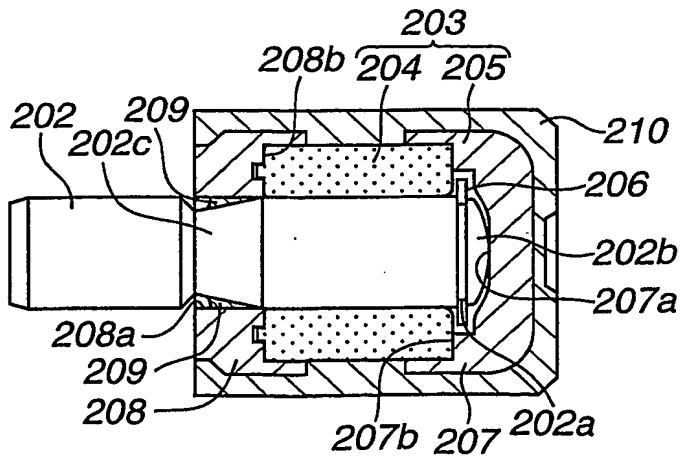


FIG.13D



14/28

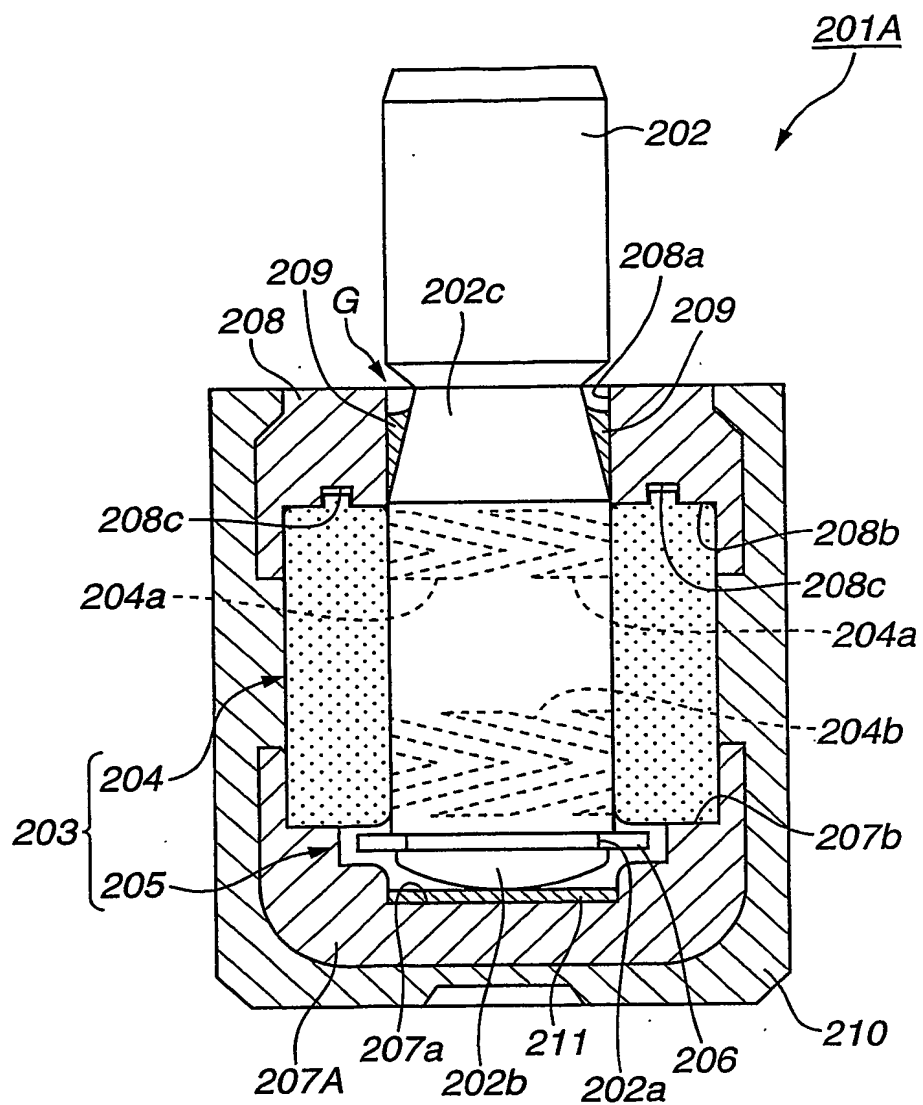
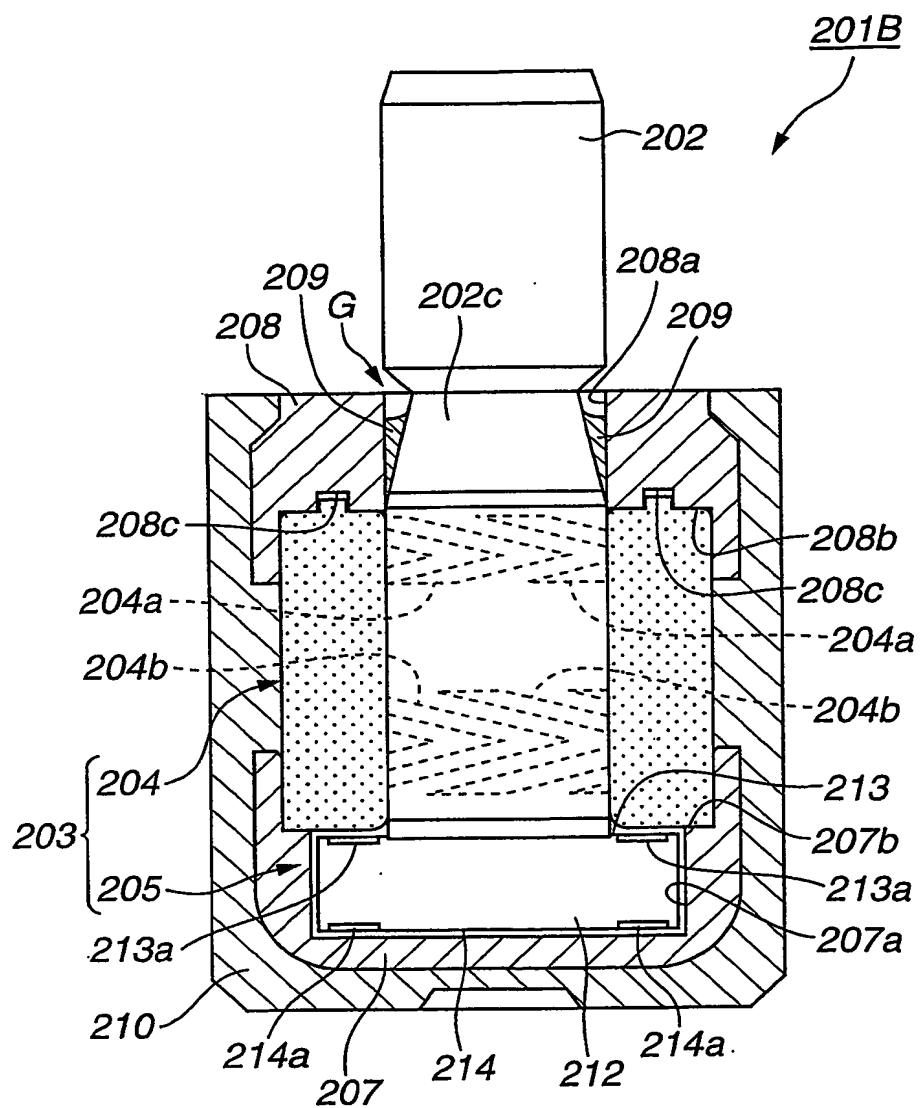


FIG.14

15/28



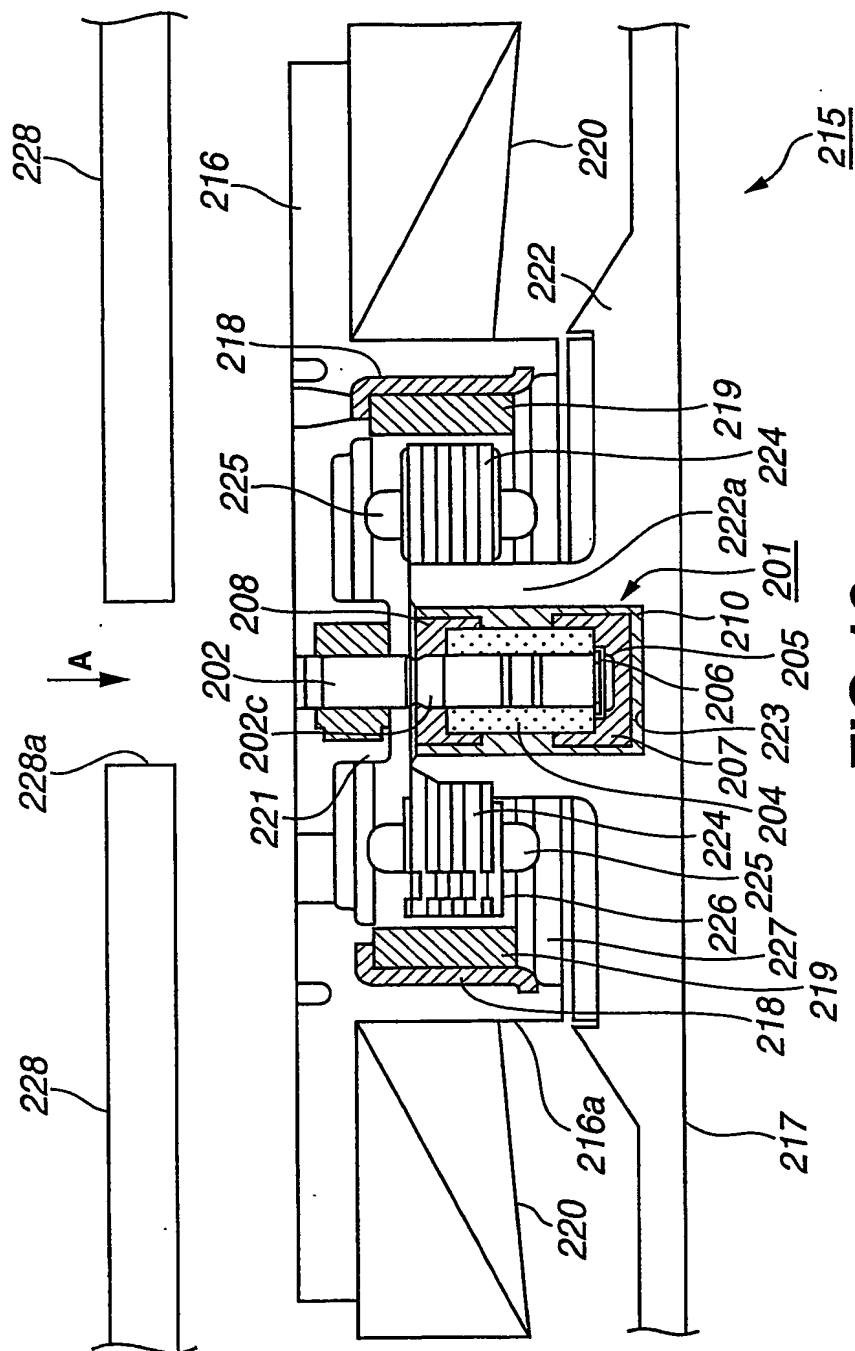


FIG.16

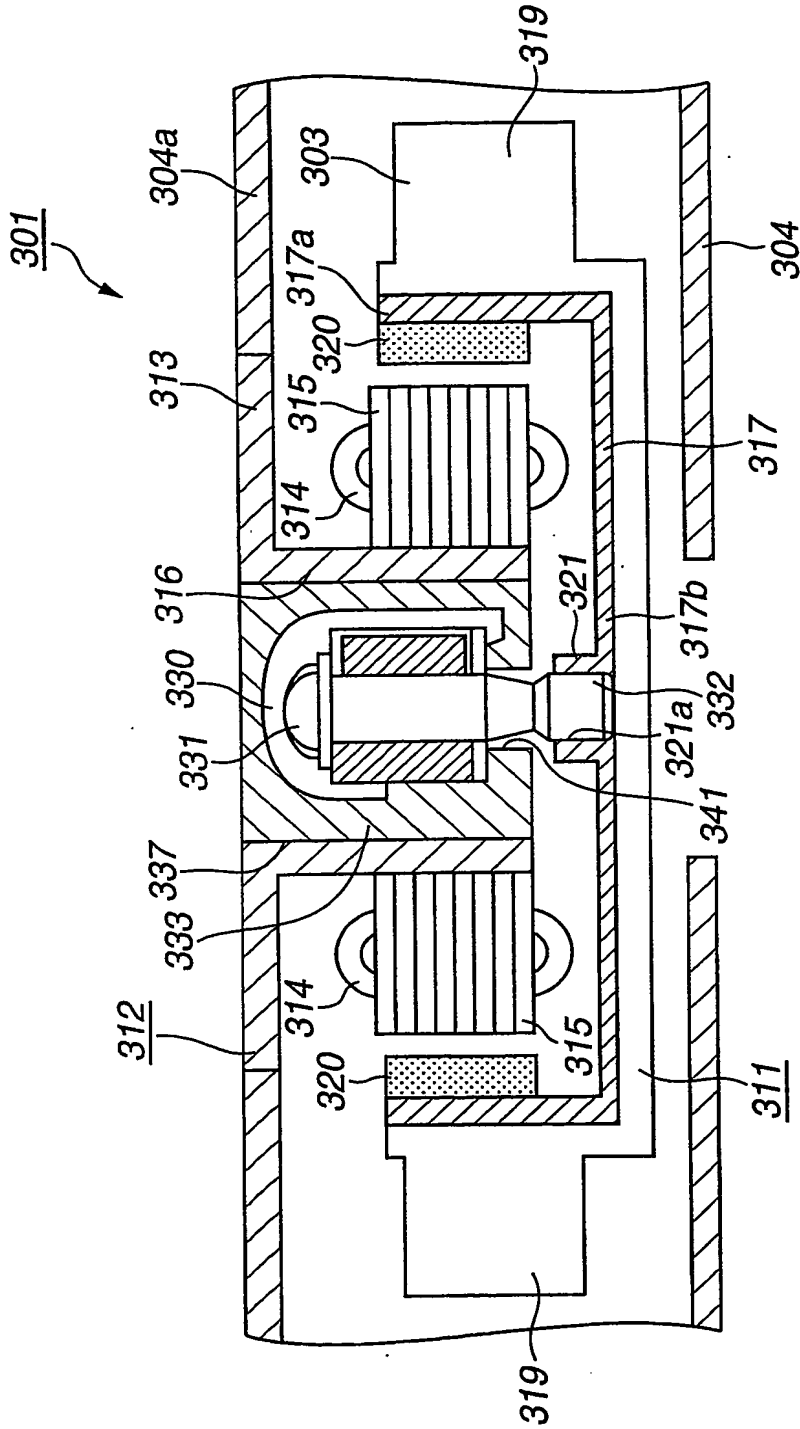


FIG.17

18/28

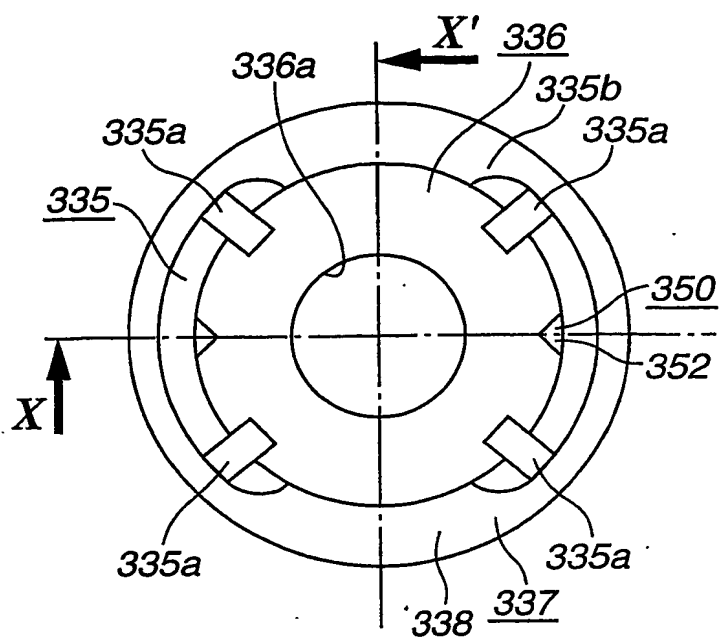


FIG.18

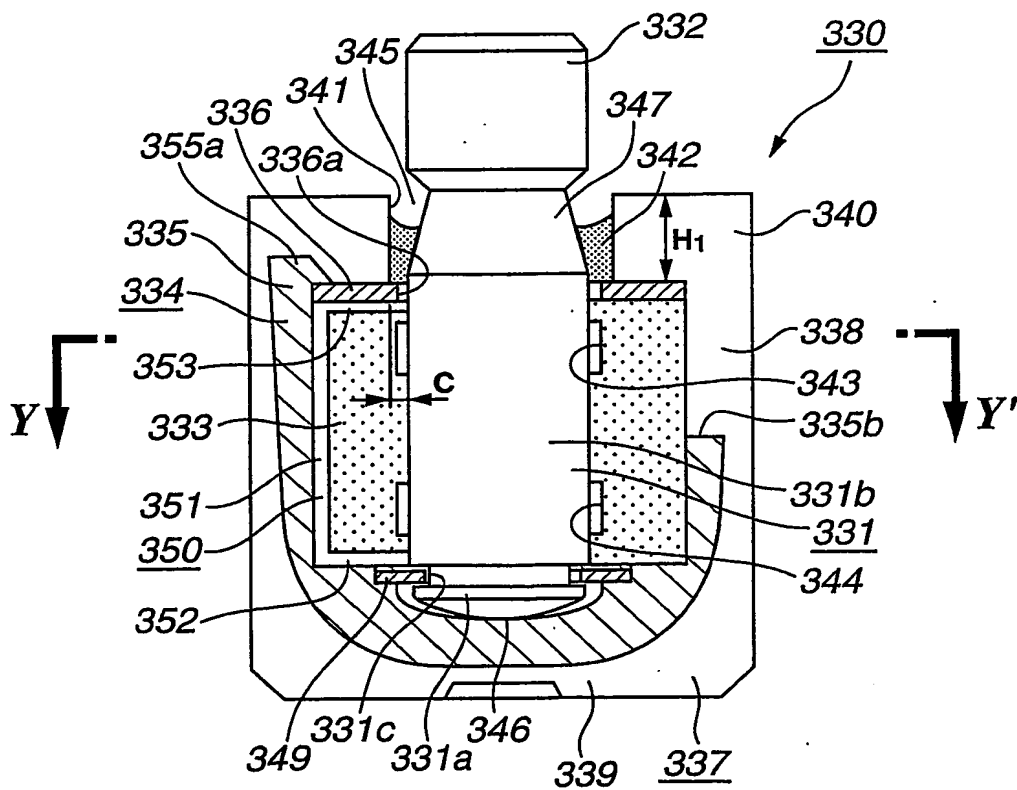


FIG.19

19/28

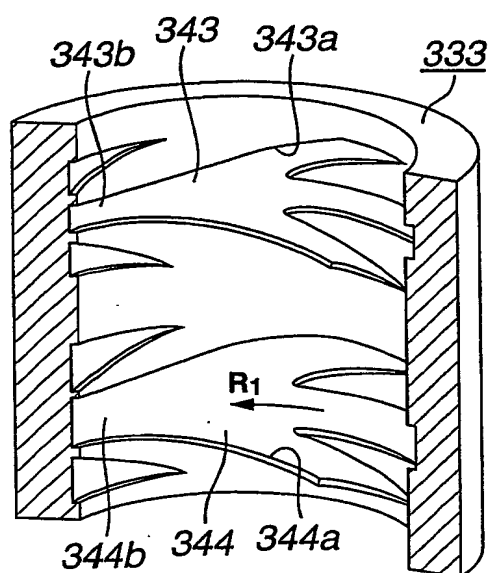


FIG.20

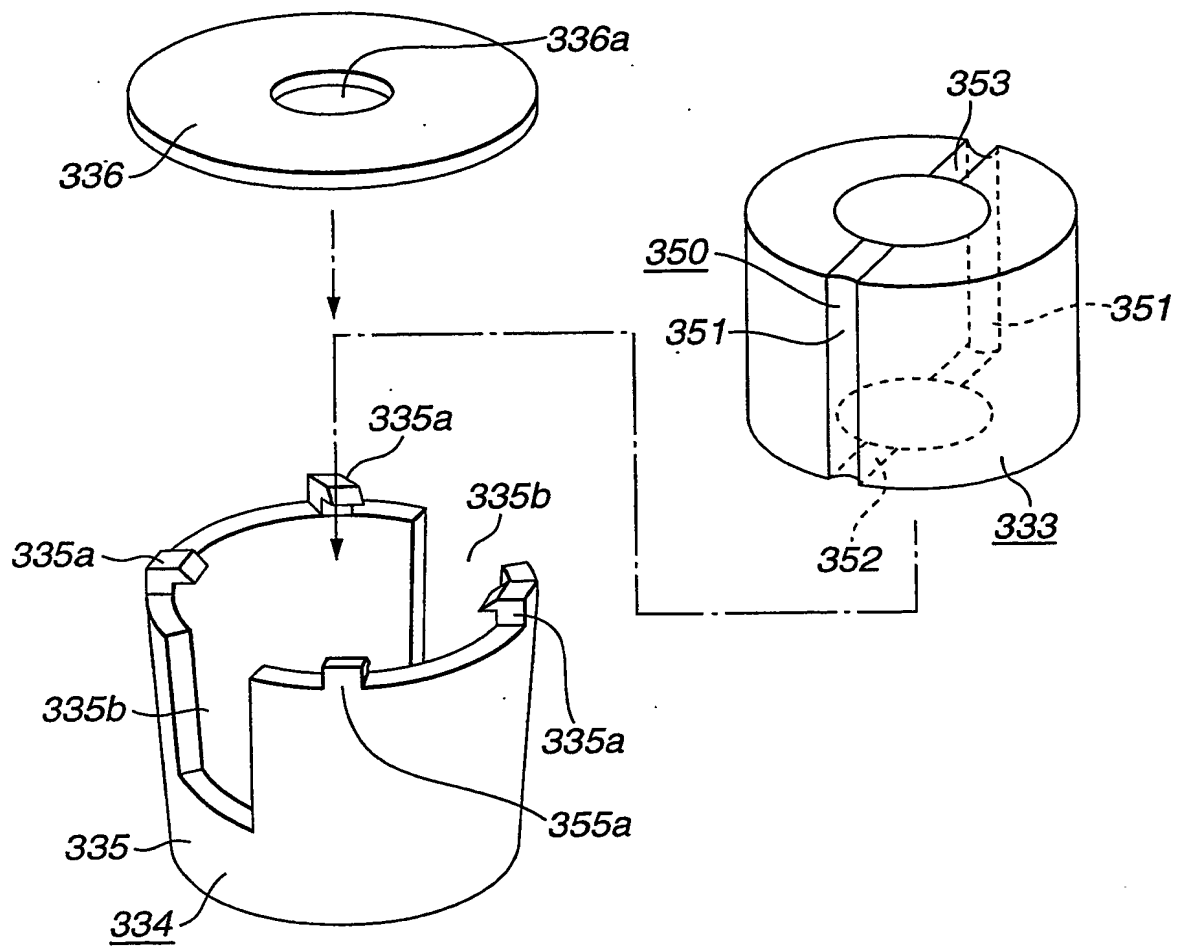
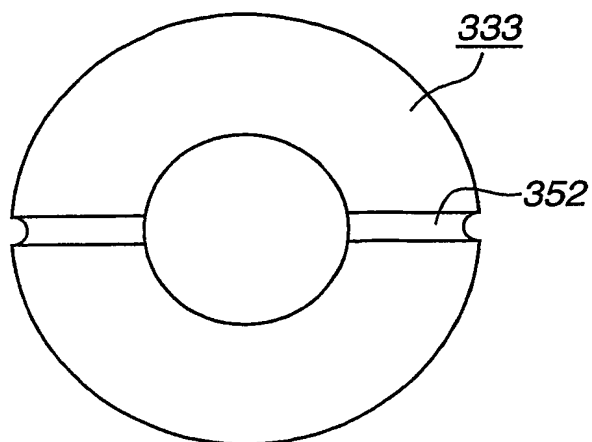
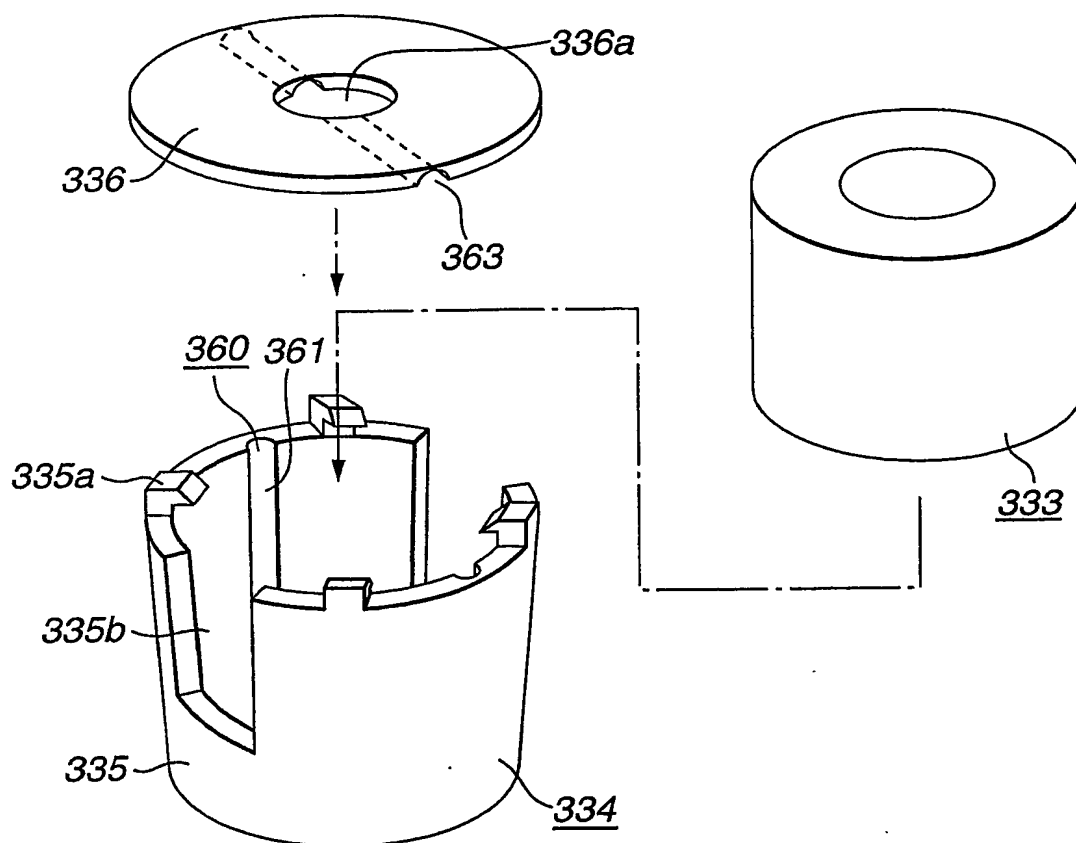
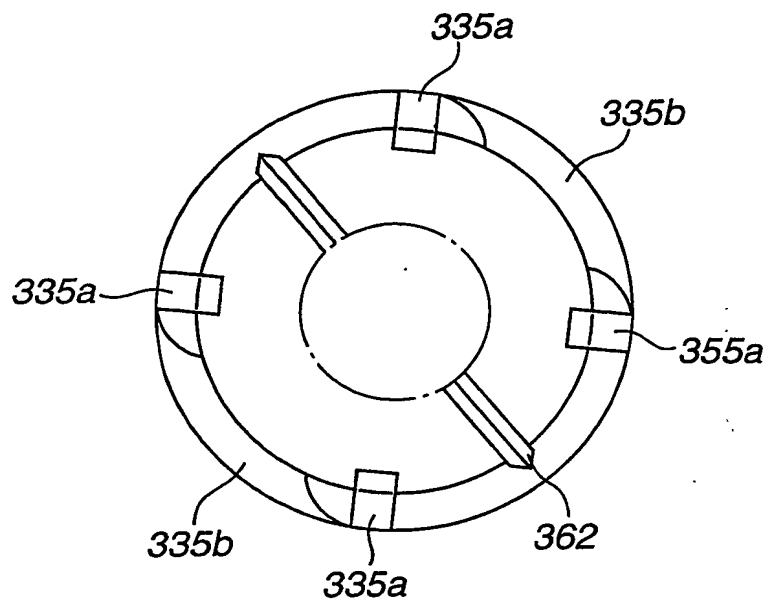
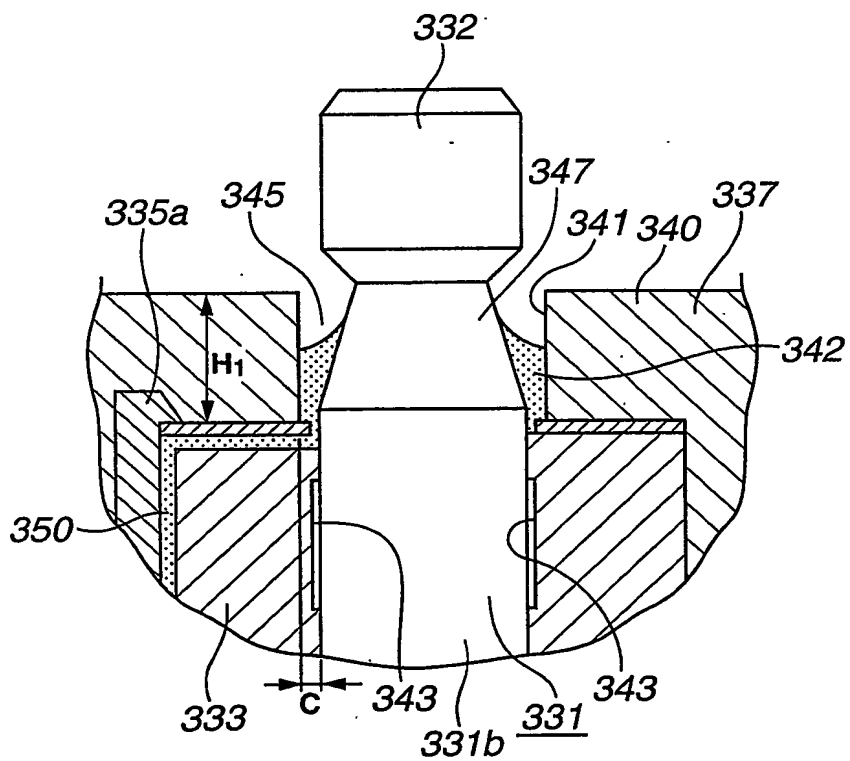


FIG.21

21/28

**FIG. 22****FIG. 23**

22/28

**FIG.24****FIG.25**

23/28

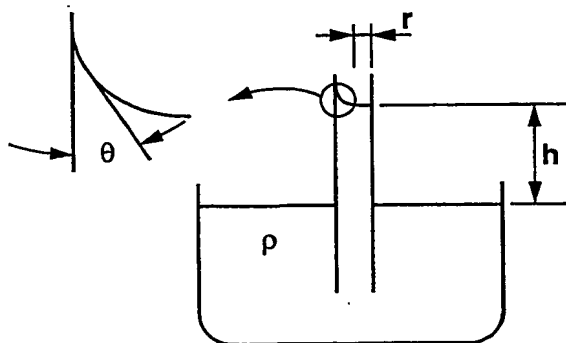


FIG. 26

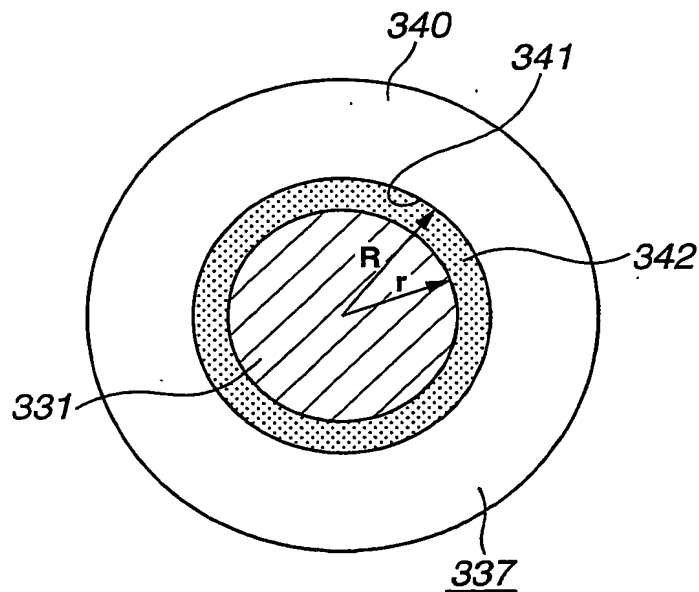


FIG. 27

24/28

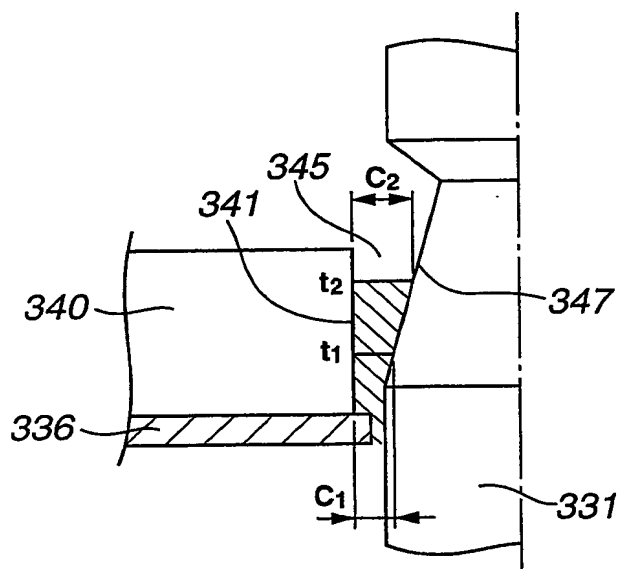


FIG.28

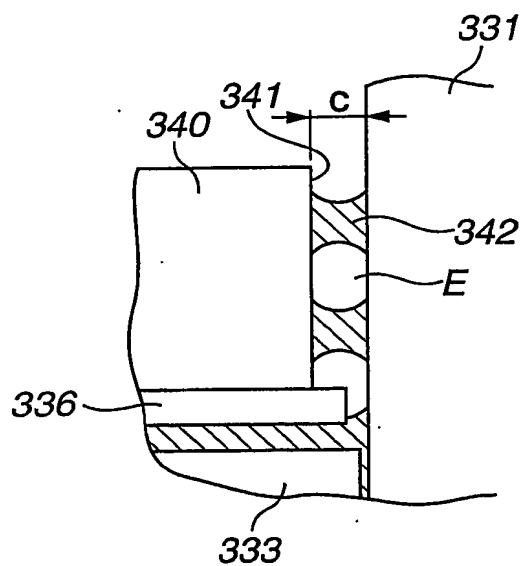


FIG.29

25/28

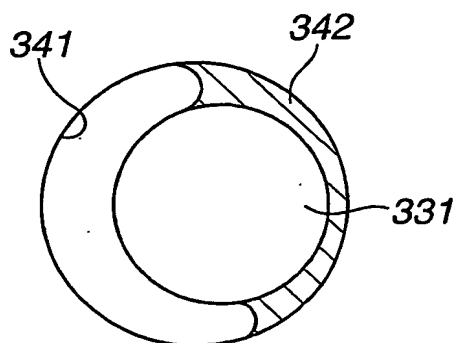


FIG.30

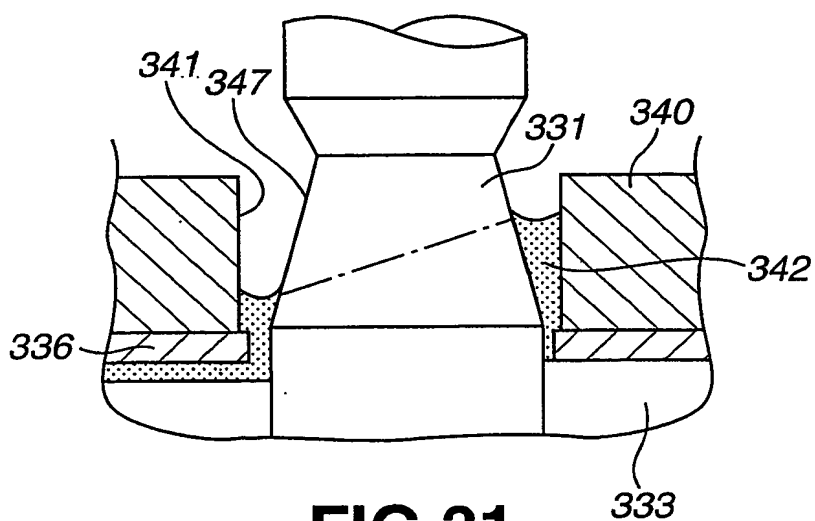


FIG.31

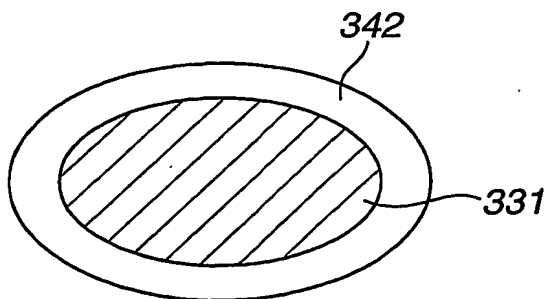


FIG.32

26/28

FIG.33

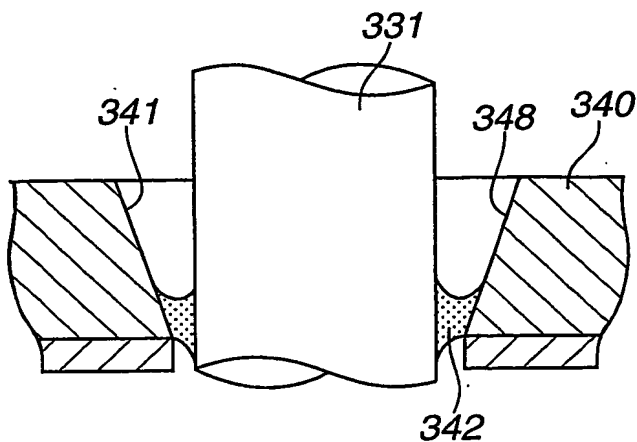


FIG.34

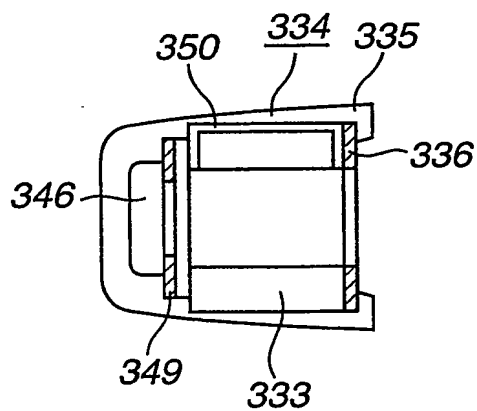
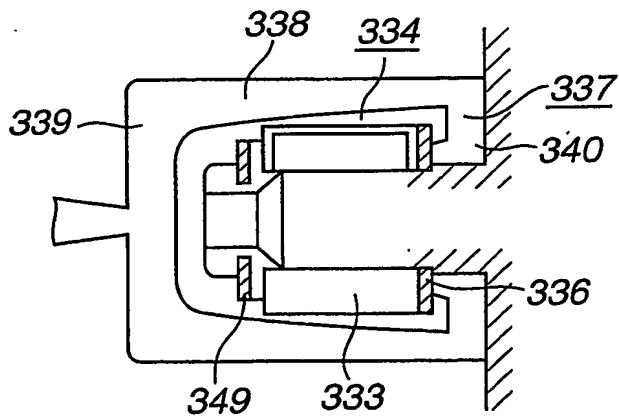


FIG.35



27/28

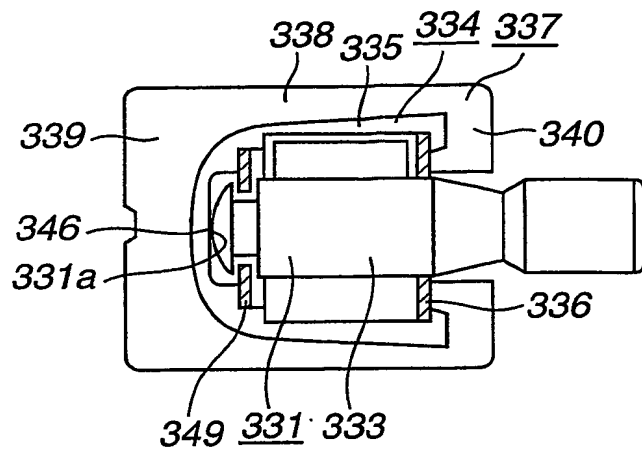


FIG.36

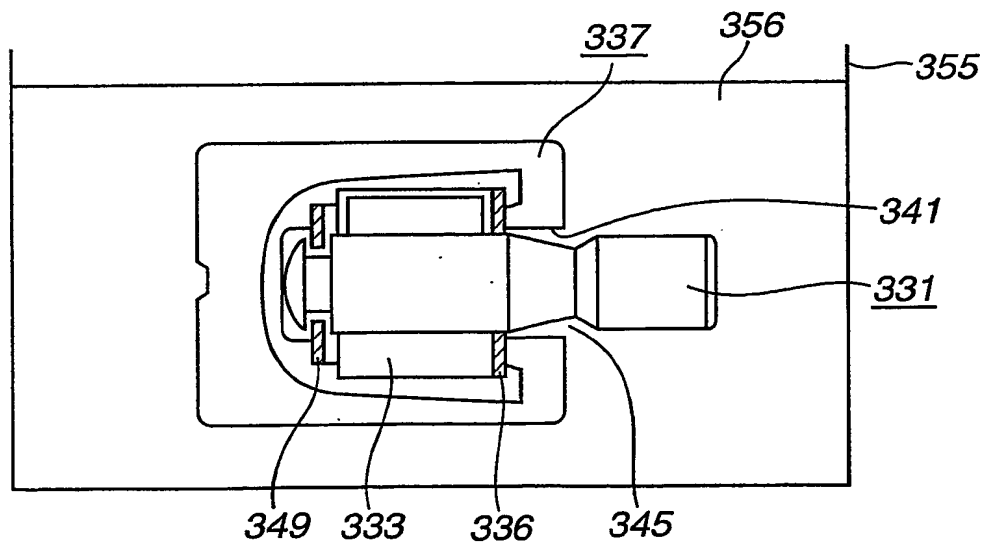


FIG.37

28/28

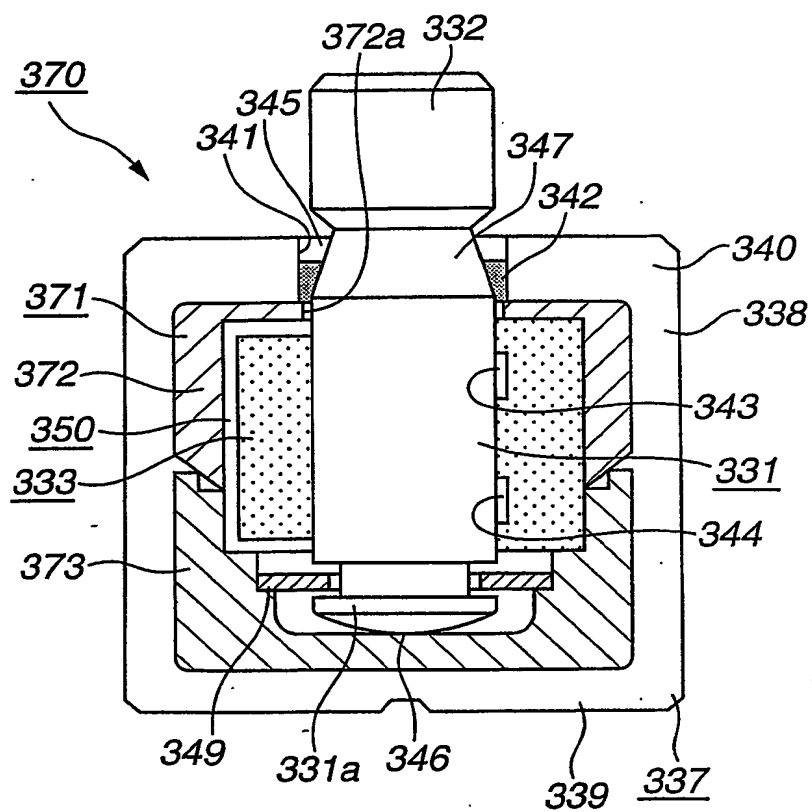


FIG.38

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2004/000063

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ F16C17/02, F16C17/08, F16C33/10, F16C35/02, H02K5/16,
H02K7/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ F16C17/02, F16C17/08, F16C33/10, F16C35/02, H02K5/16,
H02K7/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 7-208457 A (NIDEC Corp.), 11 August, 1995 (11.08.95), Column 3, line 43 to column 6, line 17; Figs. 1, 4 (Family: none)	1-13, 16-20 23-29
Y	WO 02/10602 A1 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 07 February, 2002 (07.02.02), Page 4, lines 9 to 18; Fig. 2 & US 2003-113045 A1	1-4, 8-13, 16-20
Y	JP 2002-130257 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 09 May, 2002 (09.05.02), Column 8, line 48 to column 9, line 9; Fig. 4 (Family: none)	5, 7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
05 April, 2004 (05.04.04)

Date of mailing of the international search report
20 April, 2004 (20.04.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/000063

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-107946 A (Sankyo Seiki Mfg. Co., Ltd.), 17 April, 2001 (17.04.01), Figs. 1 to 2 (Family: none)	6,15,22
Y	JP 11-103554 A (Hitachi, Ltd.), 13 April, 1999 (13.04.99), Column 2, line 45 to column 3, line 11; Fig. 2 (Family: none)	9-22
Y	US 5423612 A (QUANTUM CORP.), 13 June, 1995 (13.06.95), Column 5, lines 29 to 62; Fig. 2 & JP 8-105446 A Column 9, lines 17 to 43; Fig. 2	14,21
E,X	JP 2004-52999 A (NTN Corp.), 19 February, 2004 (19.02.04), Full text (Family: none)	9,11,14, 16,18,21

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ F16C17/02, F16C17/08, F16C33/10
F16C35/02, H02K5/16, H02K7/08

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ F16C17/02, F16C17/08, F16C33/10
F16C35/02, H02K5/16, H02K7/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2004年
日本国登録実用新案公報 1994-2004年
日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一 部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 7-208457 A (日本電産株式会社) 1995. 08. 11, 第3欄第43行-第6欄第17行, 第1図, 第4図 (ファミリーなし)	1-13, 16-20 23-29
Y	WO 02/10602 A1 (松下電器産業株式会社) 2002. 02. 07, 第4頁第9-18行, 第2図 & US 2003/113045 A1	1-4, 8-13, 16-20

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

05. 04. 2004

国際調査報告の発送日

20. 4. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

高辻 将人

3 J

9823

電話番号 03-3581-1101 内線 3327

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2002-130257 A (松下電器産業株式会社) 2002. 05. 09, 第8欄第48行-第9欄第9行, 第4図, (ファミリーなし)	5, 7
Y	JP 2001-107946 A (株式会社三協精機製作所) 2001. 04. 17, 第1-2図, (ファミリーなし)	6, 15, 22
Y	JP 11-103554 A (株式会社日立製作所) 1999. 04. 13, 第2欄第45行-第3欄第11行, 第2図 (ファミリーなし)	9-22
Y	US 5423612 A (QUANTUM CORP.) 1995. 06. 13, 第5欄第29-62行, 第2図 & JP 8-105446 A 第9欄第17-43行, 第2図	14, 21
EX	JP 2004-52999 A (NTN株式会社) 2004. 02. 19, 全文 (ファミリーなし)	9, 11, 14, 16, 18, 21